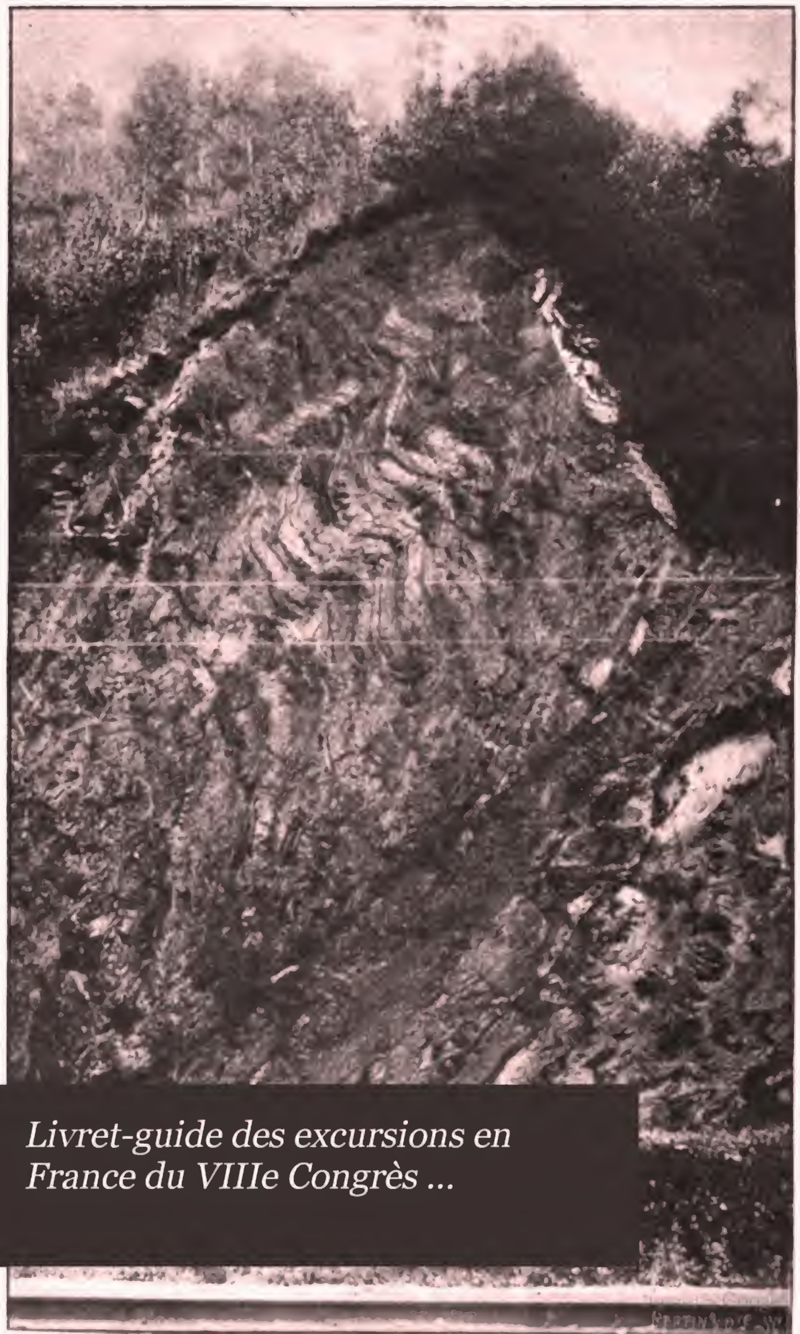

Livret-guide des excursions en
France du VIIIe Congrès ...




Berkeley
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

TABLE DES MATIÈRES

ET

PRÉFACE

VIII[e]

CONGRÈS GÉOLOGIQUE

INTERNATIONAL

LILLE — LE BIGOT FRÈRES, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

LIVRET-GUIDE

DES

EXCURSIONS EN FRANCE

DU

VIIIe CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

Avec 372 figures dans le texte et 25 planches

PARIS

1900

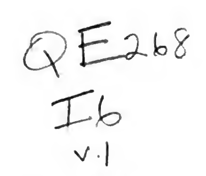


TABLE DES MATIÈRES

Préface, comprenant 6 pages et 2 planches.

Excursions avant le Congrès

Excursions spéciales

Excursions pendant le Congrès, dans le bassin tertiaire parisien

Excursions après le Congrès

Excursions générales

Excursions spéciales

Notices sur les Musées et Collections géologiques publiques de Paris en 1900.

Muséum d'Histoire naturelle

École nationale supérieure des Mines

Sorbonne

Ecole libre des Hautes Études scientifiques

Collections particulières

Palais de l'Exposition

PRÉFACE

La publication de ce livre a été décidée par le Comité d'organisation du VIIIe Congrès géologique international.

Les notices qu'il contient ont été rédigées par les géologues chargés de diriger les excursions proposées. Elles sont le résultat de la collaboration des géologues français qui, dans ces dernières années, se sont occupés de recherches sur le terrain, et résument les traits géologiques fondamentaux des régions parcourues.

Par le nombre et le choix des contrées visitées, ce Guide fournit une description de tous les terrains du sol français. Il s'adresse ainsi non seulement aux excursionnistes pour lesquels il a été écrit, mais à tous les membres du Congrès qui y trouveront exposé, sous une forme sommaire, un résumé des connaissances actuelles sur la géologie détaillée de la France.

Le Comité, s'inspirant d'un vœu exprimé par le Conseil du Congrès de Saint-Pétersbourg, a organisé des excursions simultanées de deux sortes : les unes, générales, ouvertes au plus grand nombre possible ; les autres, réservées aux spécialistes, et auxquelles ne pourront prendre part plus de 20 personnes. Ces excursions ont été groupées en plusieurs séries, avant, pendant et après le Congrès, afin de permettre de suivre successivement 2 ou 3 tournées différentes. Les conducteurs de quelques-unes des excursions projetées sont disposés à les refaire une seconde fois, si cela est nécessité par le trop grand nombre des inscriptions.

Pour éviter un abus des derniers Congrès, où de nombreux membres, inscrits pour les excursions, ont fait défaut au dernier moment, laissant ainsi à la charge des participants les

frais occasionnés par des préparatifs devenus sans objet, il a été décidé que, seuls, les congressistes, qui auront effectué un versement préalable, indépendant du prix de la cotisation et du Livret-Guide, seront considérés comme inscrits aux excursions.

Les excursions simultanées, préparées par les soins du Comité d'organisation, sont au nombre de vingt. On pourra en suivre les différents parcours sur la petite carte d'ensemble ci-jointe : les numéros portés sur cette carte correspondent aux numéros des notices insérées dans le volume.

Une seconde planche présente le tableau d'assemblage de la Carte géologique de la France ; elle facilitera aux excursionnistes le choix des feuilles qu'il leur conviendrait d'acquérir en vue de leurs tournées en France. Les chiffres indiqués sur ce tableau sont les numéros d'ordre, sous lesquels les feuilles doivent être commandées, en librairie. Les noms inscrits dans les cases sont ceux des auteurs des diverses feuilles : les cases sans noms correspondent aux feuilles qui ne seront pas encore publiées à l'époque du Congrès.

Les excursions préparées par les soins du comité sont les suivantes :

Excursions générales

L'objet des excursions générales est de permettre aux congressistes de voir des points géologiques dignes d'intérêt, accessibles aux petits marcheurs et à proximité d'hôtels appropriés aux touristes. Ils pourront ainsi visiter les terrains tertiaires fossilifères des environs de Paris, les formations primaires et secondaires du Boulonnais et de la Normandie, les volcans de la France centrale, la curieuse région des Causses et ses cavernes, les exploitations houillères, à ciel ouvert, du centre de la France, intéressantes à la fois pour l'ingénieur et pour le géologue. Les dates et les lieux de ces excursions sont les suivants :

Grandes excursions

29 août au 7 septembre : Bassins houillers du centre de la France, Commentry, Decazeville, Saint-Étienne, sous la conduite de MM. Fayol, Grand'Eury.

30 août au 8 septembre : Boulonnais et Normandie, sous la conduite de MM. Gosselet, Munier-Chalmas, Pellat, Rigaux, Bigot, Cayeux.

29 août au 15 septembre : Massif central de la France, sous la conduite de MM. Michel Lévy, Marcellin Boule, G. Fabre, E. A. Martel.

Environs de Paris

19 août : Arcueil-Cachan, Bagneux, Bicêtre, sous la conduite de M. G. Dollfus.

— Gisors, Mont-Javoult, Parnes, sous la conduite de M. Munier-Chalmas.

20 août : Argenteuil, sous la conduite de M. Léon Janet.

— Beauvais, Pays de Bray, sous la conduite de M. Munier-Chalmas.

22 août : Parc de Grignon, sous la conduite de M. Stanislas Meunier.

24 août : Captages des sources des vallées du Loing et du Lunain, sous la conduite de M. Léon Janet.

— Cuise-la-Motte, sous la conduite de M. Munier-Chalmas.

— Etrechy, Morigny, Etampes, sous la conduite de M. G. Dollfus.

26 août : Méry-sur-Oise, Auvers, sous la conduite de M. G. Dollfus.

— Mont-Bernon, sous la conduite de M. Munier-Chalmas.

— Romainville, sous la conduite de M. Léon Janet.

Excursions spéciales

Dans ces excursions, réservées aux spécialistes et à un nombre limité d'adhérents, les préoccupations scientifiques primeront toutes les autres : les conducteurs se sont efforcés de choisir les coupes les plus instructives pour la stratigraphie, la paléontologie ou la pétrographie, en reléguant au second plan les soucis matériels, tels que fatigue, ou confort de la nourriture et du logement. Les itinéraires par journées sont reportés à la fin des diverses notices régionales.

Les dates et lieux de ces excursions sont les suivants :

31 août au 9 septembre : Alpes du Dauphiné et Mont-Blanc, sous la conduite de MM. Marcel Bertrand, W. Kilian.

6 au 14 août : Aquitaine, sous la conduite de M. Ph. Glangeaud.

6 au 14 août : Ardennes, sous la conduite de M. Gosselet.

30 août au 6 septembre : Bassins tertiaires du Rhône, sous la conduite de M. Depéret.

4 au 14 août : Bretagne, sous la conduite de M. Ch. Barrois.

29 août au 4 septembre : Cavernes des Causses, sous la conduite de M. E Martel.

3 au 9 août : Gironde, sous la conduite de M. E. Fallot.

30 août au 12 septembre : La Mure, Dévoluy, Diois, Valentinois, sous la conduite de MM. Lory, Paquier, Sayn.

9 au 14 août : Mayenne, sous la conduite de M. D. P. Œhlert.

11 au 14 août : Miocène de Touraine, sous la conduite de M. G. Dollfus.

29 août au 6 septembre : Montagne-Noire, sous la conduite de M. Bergeron.

29 août au 6 septembre : Mont-Dore, sous la conduite de M. Michel Lévy.

11 au 20 septembre : Mont-Ventoux et Montagne de Lure, sous la conduite de MM. W. Kilian, Léenhardt.

29 août au 8 septembre : Morvan, sous la conduite de MM. Vélain, Péron, Bréon.

31 août au 9 septembre : Pelvoux et Briançonnais, sous la conduite de M. P. Termier.

3 au 8 septembre : Picardie, sous la conduite de MM. Gosselet, Ladrière, Cayeux.

23 septembre au 2 octobre : Provence, sous la conduite de MM. Marcel Bertrand, Vasseur, Zürcher.

4 au 14 août : Pyrénées (Roches cristallines), sous la conduite de M. A. Lacroix.

30 août au 8 septembre : Pyrénées (Terrains sédimentaires), sous la conduite de M. L. Carez.

7 au 11 septembre : Terrains secondaires et tertiaires des Basses-Alpes, sous la conduite de M. E. Haug.

11 au 14 août : Turonien de Touraine et Cénomanien du Mans, sous la conduite de M. de Grossouvre.

Le présent volume renferme, à la suite des résumés des excursions, une notice sur les musées et collections géologiques, paléontologiques et minéralogiques que les congressistes pourront visiter pendant leur séjour à Paris. Ces notices ont été rédigées par les conservateurs mêmes des collections.

Nous espérons, au moment du Congrès, pouvoir remettre une énumération des échantillons, instruments, plans, cartes, réunis dans le Palais de l'Exposition, et présentant pour les géologues un intérêt spécial. Elle suppléera à l'absence des expositions spéciales, qui ont été installées lors des derniers Congrès, et qui ne pouvaient trouver une place indépendante au sein de l'Exposition. Le comité d'organisation du VIII[e] Congrès a dû, pour ce motif, prier les congressistes exposants, de s'adresser au commissaire de leur pays, afin de faire figurer leur exposition particulière dans la classe correspondante. Les séries géologiques se trouvent, par conséquent, disséminées dans les diverses sections de l'Exposition.

Le mode de publication par brochures distinctes, détachées et numérotées, inauguré par le Comité d'organisation du Congrès de Saint-Pétersbourg, s'est montré d'un usage trop commode pendant les excursions, pour que nous ne l'ayons pas suivi.

Dans cette œuvre du Comité français, le rôle du secrétariat a été surtout de donner à la publication un certain caractère d'ensemble, en coordonnant les documents et en surveillant l'exécution. Son action a été secondée par des dévouements et des générosités : il adresse ses remerciements à tous ceux qui ont facilité sa tâche, à des titres divers :

à la Société géologique, qui a mis à sa disposition sa collection de clichés,

au Directeur de la carte géologique, qui l'a autorisé à reproduire les illustrations publiées par son Service,

aux Compagnies de chemin de fer, qui ont assuré à ces excursions la faveur d'un parcours à prix réduit,

et surtout, à tous les Amis de la science, Géologues, Sociétés minières ou industrielles, Universités de France, dont les souscriptions nous ont permis de publier ce volume avec les planches qui l'accompagnent.

M. Baudry, M. Masson nous ont gracieusement offert divers

clichés édités par leurs maisons. Nous sommes redevables à l'obligeance de MM. Coomara-Swamy, Durand, Jackson, Treigne, de plusieurs de nos photographies. Enfin, une mention spéciale est due à MM. Neurdein frères, qui nous ont permis de puiser dans leur magnifique collection des photographies de France.

M. Cayeux, premier secrétaire, a bien voulu se charger de diriger l'exécution de toutes les illustrations; il a été aidé, dans cette mission, par les avis éclairés et par le crayon de M. Eysséric.

Puisse ce Livret-Guide contribuer autant au progrès de la géologie descriptive que les Guides des Congrès antérieurs qui nous ont servi de modèles !

Nous prions nos confrères d'accepter avec indulgence la dédicace de ce volume, comme l'effort dû à l'intiative privée des géologues français, pour apporter leur pierre à l'édifice commun élevé par les Congrès géologiques internationaux.

Paris, le 1er Mai 1900.

Pour le Comité d'Organisation du Congrès :

Le Président du Comité,
membre de l'Institut,
Albert GAUDRY.

Le Secrétaire général,
Charles BARROIS.

I

ARDENNE

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. J. GOSSELET



PROGRAMME DE L'EXCURSION

Stratigraphie des terrains primaires, carbonifères, dévoniens et siluriens : leur métamorphisme. Tectonique du Plateau ardennais.

ARDENNE

NOTICE

M. J. GOSSELET

L'Ardenne est essentiellement un pays schisteux qui s'étend sur les confins de la France, de la Belgique et de l'Allemagne, depuis Hirson jusque près d'Aix-la-Chapelle. Elle est formée dans sa partie française par un noyau Cambrien entouré par une zone de Dévonique inférieur, qui est aussi à l'état de schiste et de grès.

Mais on réunit ordinairement à l'Ardenne au point de vue géologique tout le massif de terrains primaires qui s'étend sur le Nord de la France et le Sud de la Belgique. Ces terrains comprennent, outre le Cambrien et le Dévonique inférieur, un peu de Silurique moyen et supérieur (Plateau du Brabant et Crête du Condros), le Dévonique moyen et supérieur, le Carbonique comprenant le calcaire carbonifère et le houiller.

L'excursion proposée au Congrès se bornera à étudier la Meuse, entre Charleville et Givet. On y voit le noyau cambrien de Rocroi et le Dévonique presqu'en entier. Quant au calcaire carbonifère, on en fera l'étude dans les environs d'Avesnes et de Maubeuge, où ses diverses divisions présentent une grande clarté, tout en soulevant des problèmes de l'ordre géologique le plus élevé.

Au point de vue de la géologie pratique, on aura l'occasion de visiter : 1° à Fumay le gîte d'ardoise le plus important de France après celui d'Angers; 2° à Vireux une grande exploitation de grès pour paver et pour empierrement; 3° à Avesnes et à Givet des carrières de marbre et des marbreries qui offriront les plus belles variétés des marbres du Nord de la France et de la Belgique.

Cambrien. — Le noyau cambrien de Rocroi contient quatre assises qui sont du nord au sud :

1° Les phyllades et quartzites de Fumay (Fumacien).

2° Les phyllades et quartzites de Revin (Revinien).

3° Les phyllades et quartzites de Deville (Devillien).

4° Les phyllades et quartzites de Bogny.

Il serait possible que cette quatrième assise fût la même chose que la seconde (Revinien) ramenée sur la troisième par une faille (structure écailleuse).

Au milieu des phyllades et des quartzites, il y a des couches de diorite (Epidiorite) et d'une roche feldspathique désignée sous les noms de porphyroïde ou de microgranulite. Ces roches, qui ont été étudiées par MM. de La Vallée-Poussin et Renard, sont interstratifiées dans les phyllades ; cependant elles en renferment quelquefois des fragments et d'après M. de La Vallée-Poussin, on verrait en un point le phorphyroïde coupant les bancs de phyllades.

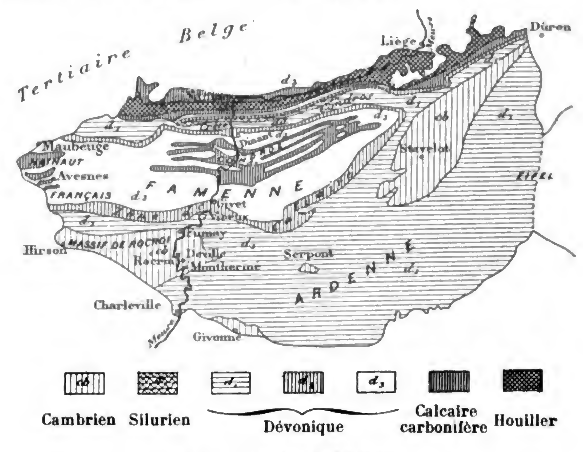


Fig. 1 — Carte de l'Ardenne.

Toutes les couches cambriennes sont inclinées vers le sud ; elles sont affectées d'un très grand nombre de plis isoclinaux à angle souvent très aigus.

Terrain dévonique. — Le terrain dévonique entoure le noyau cambrien de Rocroi, sauf du côté de l'O., où le massif Ardennais s'enfonce sous le terrain jurassique.

Les couches dévoniques reposent presque partout en stratification discordante sur le Cambrien. Au N. du massif cambrien, elles plongent vers le N. tandis qu'au S. du massif, elles plongent vers le S. Elles appartiennent donc à deux bassins distincts, le bassin de Dinant au N. et le bassin de Charleville au S. Les faciès des assises dans les deux bassins sont différents et le bassin de Charleville a subi un métamorphisme plus intense que celui de Dinant.

Le dévonique du bassin de Dinant, qui s'appuie sur le bord septentrional du massif cambrien de Rocroi, offre la série typique du dévonique de l'Ardenne. On y distingue les assises suivantes à partir de la base :

Gedinnien . .	Poudingue de Fepin.
	Arkose d'Haybes
	Schistes de Mondrepuits.
	Schistes d'Oignies.
	Schistes de St-Hubert.
Coblenzien . .	Grès d'Anor (Taunusien de Dumont).
	Grauwacke de Montigny (Hundsruckien de Dumont).
	Grès de Vireux (Ahrien de Dumont).
	Schistes de Burnot (Burnotien).
	Grauwacke de Hierges (Hiergien).
Eifélien . . .	Schistes à Calcéoles.
Givétien . . .	Calcaire de Givet.
Frasnien . . .	Schistes et calcaire de Frasnes.
	Schistes de Matagne.
Famennien . .	Schistes à Rh. Omaliusi de Senzeilles.
	Schistes à Rh. Dumonti de Marienbourg.
	Schistes à Rh. Letiensis de Sains.
	Schistes d'Etrœungt.

La coupe de la Meuse de Fumay à Givet permet d'étudier toutes ces assises, sauf les assises supérieures du Famennien.

Si l'on suivait le cours de la Meuse au N. de Givet, on verrait le développement complet du Famennien, puis le calcaire carbonifère dans les gîtes de Waulsort et de Dinant. Après avoir traversé plusieurs plis de ces assises, on verrait le Dévonique moyen et inférieur se relever et s'appuyer sur le Silurique de la Crête du Condros.

Au-delà entre la crête silurique du Condros et le plateau silurique du Brabant, il y a un nouveau bassin rempli par les assises dévoniques et carboniques. C'est dans ce bassin, dit

bassin de Namur, que se trouvent les grands gîtes houillers de la Belgique et du Nord de la France.

Calcaire carbonifère. — Le calcaire carbonifère de l'arrondissement d'Avesnes est disposé en petits bassins synclinaux séparés par des anticlinaux de Dévonique supérieur (Famennien).

Il présente deux faciès bien distincts, celui du sud et celui du nord. Le type du premier est à Avesnes et le type du second à Ferrière-la-Petite, près de Maubeuge.

Les assises distinguées dans ces deux faciès sont les suivantes :

FACIÈS SUD	FACIÈS NORD
Calcaire d'Avesnelles à Productus niger.	Calcaire d'Avesnelles à Productus niger.
Schistes d'Avesnelles à Spirifer octoplicatus.	Schistes d'Avesnelles à Spirifer octoplicatus.
Calcaire de Marbaix à Spirifer tornacensis.	Calcaire de Marbaix à Spirifer tornacensis.
Manque.	Calcaire de la Marlière à Spirifer subcinctus.
Calcaire géodique de Dompierre.	Calcaire noir de Bachant.
Dolomie.	Dolomie.
Calcaire des Ardennes à Productus sublœvis.	Calcaire de Fontaine à Productus Cora.
	Banc à Productus undatus.
Calcaire de St-Hilaire.	Calcaire de St-Remy-Chaussée à Pr. giganteus.

Les convenances du voyage nous obligent à commencer par le faciès nord. bien que ce soit le plus complexe.

Métamorphisme. — Outre le métamorphisme régional du noyau cambrien et du bassin dévonique de Charleville. on verra quelques faits de métamorphisme local :

1° La transformation de l'arkose gedinnienne en une roche qui a été considérée comme éruptive.

2° Le développement de lamelles d'Ottrélite dans la couche inférieure du Dévonique, quand elle est en concordance avec le Cambrien. Souvent même les phyllades cambriens au contact sont aussi remplis de paillettes d'Ottrélite.

Première journée. — Lundi 6 août

Rendez-vous le soir à Avesnes-sur-Helpe, à l'Hôtel du Nord.

Départ de Paris par la gare du Nord, ligne de Bruxelles, jusqu'à Aulnoye ; — à Aulnoye ligne secondaire conduisant à Avesnes.

Une exposition des marbres exploités ou travaillés dans l'arrondissement d'Avesnes sera disposée à Avesnes. On pourra la visiter le mardi après midi et le jeudi de midi et demi à une heure et demie.

Deuxième journée. — Mardi 7 août

Horaire (1) *de la journée* : Départ d'Avesnes 7 h. du matin ; arrivée à Maubeuge 8 h. 53. — Départ en voiture pour Ferrière-la-Petite. — Déjeuner à Ferrière-la-Petite. — Retour à Avesnes par Bachant et Aulnoye.

Carte géologique. — Feuille de Maubeuge.

Carte topographique de l'État-Major. — Maubeuge S. O.

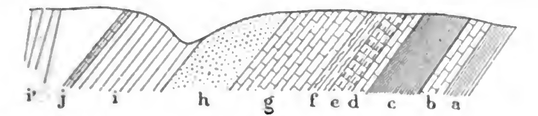


Fig. 2. — Coupe du calcaire carbonifère à Ferrière-la-Petite. Faciès nord du calcaire carbonifère.

a. Schistes d'Etrœungt, Famennien supérieur ; b. Calcaire d'Avesnelles à Productus niger ; c. Schistes d'Avesnelles à Spirifer octoplicatus ; d. Calcaire encrinitique de Marbaix à Spirifer tornacensis avec phtanites ; e. Calcaire avec phtanites et quelques géodes ; f. Calcaire violacé : Calcaire de la Marlière ; g. Calcaire noir avec phtanites et calcschistes : Calcaire de Bachant ; h. Dolomie, Chonetes Llangollensis dans le haut ; i. Calcaire blanc ou bleu, Productus cora ; j. Calcaire noir fissile ; i'. Calcaire blanc (aile sud du bassin).

Le calcaire blanc est exploité pour la glacerie de Saint-

(1) Ces horaires ne sont que provisoires ; ils pourrent être modifiés d'après les changements d'heure des trains ou d'autres circonstances impossibles à prévoir.

Gobain. Visite à la marbrerie de M. Philibert Forest, à Ferrière-la-Petite et au moulin de mouture pour le façonnement du calcaire destiné à Saint-Gobain.

En se rendant à Bachant, on visite trois carrières que l'on rencontre sur le chemin.

1° La carrière dite des Fouets, où on voit encore le calcaire blanc exploité pour le même objet.

2° La carrière de la Marlière, à Beaufort, où on a tenté de tirer du marbre dans le calcaire à *Spirifer subcinctus*, *Spirifer cuspidatus*, etc., c'est le niveau du calcaire de Waulsort, calcaire construit à Stromatocus.

3° Une autre carrière, également à Beaufort; on y exploite le calcaire de Bachant en couches horizontales.

A Bachant, on visite trois groupes de carrières :

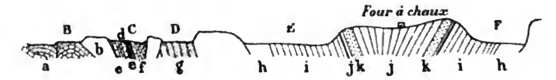


Fig. 3. — Coupe des carrières de Bachant.

a. Calcaire noir fossilifère; b. Calcaire grisâtre; c. Calcaire noir; d. Calcaire avec phtanites ; e. Calschiste : f. Calcaire bleu foncé; g. Dolomie ; h. Calcaire blanc à *Pr. cora*; i. Calcaire bleu clair à *Pr. cora* ; j. Calcaire noir rougeâtre; k. Banc d'Or; B, C, D. Carrières de l'Horipette; E, F. Carrières Deguilage.

1° Dans les carrières de l'Horipette, on exploite, pour les routes, un calcaire noir ou bleu foncé avec phtanites et calcschistes. Ce calcaire est fossilifère. On y trouve particulièrement *Straparollus exaltatus*, *Loxonema Lefebvrei*, *Bellerophon Lohestæ*, *Productus giganteus*. Ce dernier fossile ne se rencontre qu'à la partie supérieure, tandis que les autres sont particulièrement dans les couches inférieures.

Dans les carrières Deguilage on exploite le calcaire blanc pour les verreries et glaceries et, pour faire de la chaux, un calcaire noir rougeâtre, que l'on peut considérer comme l'assise à *Productus giganteus*.

Vers la base de cette assise se trouve un banc remarquable désigné par les carriers sous le nom du banc d'Or. C'est un conglomérat composé de galets du calcaire sous-jacent, réunis par un ciment calcaréo-schisteux. Il est en stratification transgressive sur les bancs inférieurs. En effet, tandis qu'au four

à chaux il repose sur le calcaire noir rougeâtre, sur les bords du canal on le voit recouvrir directement un calcaire gris clair qui appartient à l'assise à *Productus Cora*.

3° Carrières dites du Canal.

Dans les carrières du canal il y a, à dix mètres au-dessus du banc d'Or, une petite couche de calcaire bréchiforme. La brèche prend un grand développement à Dourlers, à l'E. de Bachant. Elle y a été exploitée comme marbre. Elle est formée de fragments de marbre de diverse nature et elle est intercalée au milieu du calcaire carbonifère.

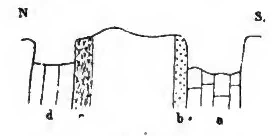


Fig. 4.
Coupe des carrières du Canal.
a. Calcaire gris blanc à *Productus cora* ; b. Banc d'or ; c. Brèche ; d. Calcaire noir rougeâtre.

TROISIÈME JOURNÉE. — Mercredi 8 août

Horaire de la journée. — Départ pour Avesnelles à 7 heures. Déjeuner à Avesnes à 11 h. 1/2. Départ pour Givet à 2 h. 57. Coucher à Givet, hôtel du Mont-d'Or.

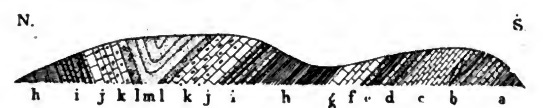


Fig. 5. — Coupe de la tranchée du Chemin de fer à Avesnelles.

			Côté Sud.		Côté Nord.
Dévonique.	Assise d'Etrœungt	a. Schistes avec bancs calcaires.	20	—	
		b. Calcaire encrinitique en bancs irréguliers. .	15	—	
		c. Calcaire encrinitique en bancs réguliers . .	22	—	
		d. Calcaire noirâtre et schistes	13	—	
		e. Schistes avec bancs calcaires.	18	—	
Carbonique.		f. Calcaire noir à *Productus niger*	12	—	
		g. Calcaire encrinitique.	1	—	
		h. Schistes à Sp. octoplicatus.	45	—	40
		i. Calcaire noir alternant avec des schistes . .	17	—	23
		j. Calcaire encrinitique (petit granite).	6	—	7
		k. Calcaire grenu géodique.	20	—	27
		l. Calcaire dolomitique peu géodique.	6	—	6
		m. Dolomie.			

Carte géologique. — Feuille de Rocroi.
Carte topographique d'État-Major. — Rocroi N. O.

1° Carrières d'Avesnelles : Le calcaire carbonifère est exploité à Avesnelles dans deux carrières situées à l'entrée du Camp de César.

La principale montre la série des couches suivantes à partir de la base.

1° Calcaire encrinitique (petit granite).

2° Calcaire géodique contenant à la base un petit banc de phtanite rose.

3° Calcaire dolomitique, de plus en plus chargé de magnésie qu'on s'élève dans la série.

Le centre du Camp repose sur la dolomie qui n'est plus actuellement visible.

Au N. du Camp, on trouve l'aile septentrionale du synclinal, on ne peut y observer que deux assises : les schistes à *Spirifer octoplicatus* et le calcaire à *Productus niger* anciennement exploité.

Le Camp de César correspond à une partie chargée du synclinal. Celui-ci, dans son prolongement oriental, est coupé en tranchée par le chemin de fer.

La bande de calcaire carbonifère d'Avesnelles subit un étranglement dans la ville même d'Avesnes et se trouve rejetée au S., où on peut encore l'étudier entre Gaudin et le Baldaquin.

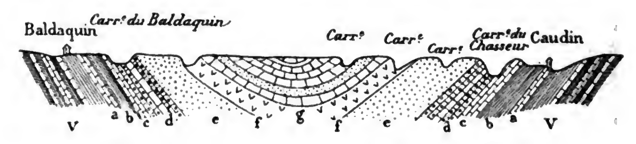


Fig. 6. — Coupe du calcaire carbonifère dans la vallée du ruisseau de Godin.

V. Schistes et calcaires d'Etrœungt.
a. Calcaire noir à *Productus niger*, que l'on a pu observer dans les fondations d'une maison de Godin, sur le chemin de Cartignies et sur la route nationale vis-à-vis du cabaret du *Baldaquin* . . . 5 mètres
b. Schistes feuilletés à *Spirifer octoplicatus* . . . . 15 —
c. Calcaire encrinitique dit petit granite. Il a été exploité anciennement dans la carrière du Chasseur et on l'exploite actuellement à la carrière du Baldaquin . . . . 10 mètres
d. Calcaire géodique . . . . 35 —
Il se divise en trois masses.
1. Calcaire compact ou légèrement sublamellaire, avec nombreuses géodes tapissées de cristaux de calcite . . . . 15 mètres
2. Calcaire compact sans géodes . . . . 8 —
3. Calcaire compact ou subgrenu avec géodes très nombreuses 12 —

e. Dolomie tendre, souvent sableuse, contenant des encrines.	60 mètres
f. Calcaire gris à *Productus sublævis*.	20 —
Il se décompose de la manière suivante :	
1. Calcaire compact avec *Productus* employé pour faire des pavés; masse sans stratification apparente.	12 mètres
2. Calcaire dolomitique, gris clair	3m50
3. Calcaire gris à *Productus*.	1 mètre
4. Calcaire compact gris blanchâtre	3 —
g. Calcaire gris, bleu ou noir, souvent dolomitique.	50 —
On y distingue les couches suivantes :	
1. Calcaire compact gris bleuâtre en bancs épais	6 —
2. Dolomie pulvérulente	4 —
3. Calcaire compact gris foncé avec quelques bancs noirs . .	10 —
4. Calcaire dolomitique violacé	6 —
5. Calcaire dolomitique gris foncé	6 —
6. Calcaire compact gris violacé	0m60
7. Calcaire compact bleu	4 —
8. Calcaire dolomitique.	1 —
9. Calcaire compact gris foncé avec petits bancs de dolomie.	6 —
10. Calcaire compact géodique, bleu clair	3 —
11. Calcaire dolomitique et dolomie	2 —
12. Calcaire gris clair presque horizontal	2 —

Quatrième journée. — **Jeudi 9 août**

Horaire de la journée. — Départ de Givet, Hôtel du Mont-d'Or, en voiture, à 7 heures. Déjeuner à Givet à 11 heures. Départ à 1 heure pour Vodelée. Dîner et coucher à Givet.

Carte géologique. — Feuille de Givet.

Carte topographique de l'État-Major : Givet N.-O.

La journée du vendredi 4 août est destinée à l'étude des environs de Givet.

La ville de Givet est formée par la réunion de trois villes : la citadelle de Charlemont sur un rocher de calcaire givétien, Givet-St-Hilaire, au pied de ce rocher, sur la rive gauche de la Meuse et Givet-Notre-Dame, également au pied du calcaire givétien, sur la rive droite de la Meuse, entre cette rivière et un petit affluent nommé la Houille.

Au S. de Givet-Notre-Dame, il y a un rocher de calcaire rempli de Stromatopores. On doit le rapporter au Frasnien.

En sortant de la ville, on trouve la petite colline du fort de l'Haubier, dont la coupe est la suivante (Fig. 7) :

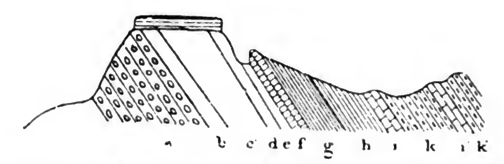


Fig. 7. — Coupe du Fort de l'Haubier.

a. Calcaire à *Stromatopora* ; b. Calcaire à *Aviculo-pecten Neptuni* ; c. Calcaire à Gastéropodes et *Spirifer Verneuili* ; d. Calcaire à *Cyathophyllum cespitosum* ; e. Calcaire ; f. Calcaire argileux à *Spirifer Orbelianus* ; g. Schistes à *Receptaculites Neptuni* ; h. Schistes à *Camarophoria formosa* ; i. Calcaire bleu ; kk'. Schistes à nodules.

Au nord de la colline du fort de l'Haubier, se trouve la colline du fort des Vignes, qui complète la coupe du Frasnien et montre la base du Famennien (fig. 8).

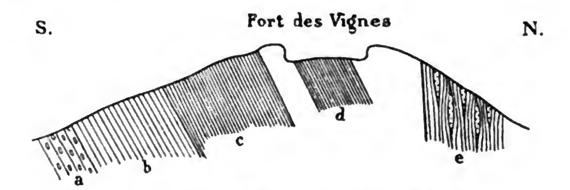


Fig. 8. — Coupe de la colline du Fort-des-Vignes.

a. Schistes à nodules ; b. Schistes feuilletés noirs à *Cardium palmatum*, *Goniatites* ; c. Schistes feuilletés bleuâtres, Bactrites, Cypridines ; d. Schistes feuilletés jaunâtres, sans fossiles ; e. Schistes avec lentilles quartzeuses, *Goniatites*, *Rh. Omaliusi*, *Spirifer Verneuili*, *Cyrtia Murchisoniana*.

La route de Frommelennes, qui part entre les deux collines, se dirige vers le S.-E. presque parallèlement aux couches et sans sortir des schistes à nodules.

A Landrichamps il y a vers la partie supérieure de ces schistes une masse de calcaire rouge à *Stromatactis* exploité pour marbre. Ce calcaire ne constitue pas une nappe continue ; c'est un amas, un gros nodule de 15 m. de diamètre intercalé dans les schistes. Presque immédiatement sur le calcaire à *Stromatactis*, on voit les schistes à *Cardium palmatum*.

La masse de marbre rouge de Frommelennes est très petite, celle que nous allons visiter après le déjeuner à Vodelée (Belgique) est beaucoup plus importante.

Le calcaire rouge de Vodelée est une véritable amande de 100 m. environ de diamètre sans aucune trace de stratification. On remarquera que les schistes inférieurs au calcaire sont différents des schistes supérieurs. On peut considérer le calcaire comme un véritable récif de *Stromatactis* qui s'est développé au milieu des schistes.

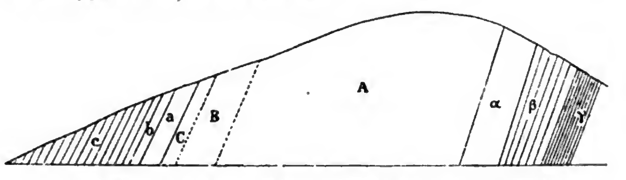


Fig. 9. — Coupe de la carrière de marbre rouge de Vodelée.

A, calcaire marbre rouge à *Rhynchonella cuboides*	75 mètres
B, calcaire gris avec parties roses	4 —
C, calcaire rose	1^{m}50
a, schiste avec banc de calcaire rouge rempli *d'Acervularia* et d'*Alveolites subæqualis*	3 —
b, schiste avec bancs de calcaire rouge encrinitique, *Sp. Verneuili*	1 —
c, schiste vert sombre avec quelques nodules.	
α, schiste avec nodules de calcaire gris. *Sp. Verneuili*, *At. reticularis*	2 —
β, schistes vert fonce	5 —
γ, schistes finement feuilletés.	

Revenant à Givet, nous remontons la Meuse sur la rive gauche pour étudier le calcaire givétien. Les fossiles y sont peu nombreux et difficiles à extraire. Ce sont spécialement des Murchisonies, des Strigocéphales, des Coraux et des Stromatopores. La partie supérieure du calcaire, cachée par les constructions, est inaccessible. A l'extrémité du tunnel du chemin de fer, on voit la partie moyenne à l'état de calcaire bleu foncé, assez impur, incliné vers le nord (N 20°E). Après être sorti de la ville, on reconnaît que l'inclinaison du même calcaire est vers le sud (S 45°E). Ces deux parties du rocher qui ont des directions perpendiculaires l'une sur l'autre sont séparées par une faille disposée en escaliers, de sorte que l'on voit les bancs plongeant au N.-E reposer sur les tranches des bancs qui plongent au S.-E.

Peu après la faille commencent les carrières qui s'étendent sur un kilomètre de longueur. Les couches sont renversées. Les fossiles y sont rares; cependant certains bancs sont

remplis de Strigocéphales, d'autres de *Spirifer mediotextus*. Au bout des carrières on rencontre les schistes à Calcéoles qui plongent vers le S., semblant reposer sur le calcaire, parce que les couches sont renversées.

CINQUIÈME JOURNÉE. — **Vendredi 10 août**

Horaire de la journée. — Départ de Givet en voitures à 7 heures pour Vireux. Déjeuner à Vireux à 11 heures. Retour à Givet par chemin de fer à 7 h. 1/2.

Coucher à Givet.

Carte géologique : feuille de Givet. — *Carte topographique de l'État-major*. Feuille de Givet N.-O.

Après avoir longé les carrières observées la veille, la route pénètre dans les schistes à Calcéoles dont les tranches affleurent à la montée de Foische. A l'approche de Vireux, la route pénètre dans la grauwacke de Hierges, puis dans les schistes rouges de Burnot. Toutes ces couches plongent au S. conformément au renversement signalé depuis Givet.

A Vireux, la vallée du Viroin montre la coupe suivante :

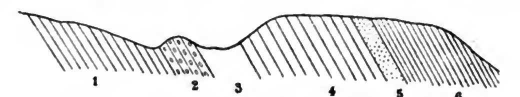


Fig. 10. — Coupe de la vallée du Viroin à Vireux.

1, schistes à Calcéoles : *Phacops latifrons, Spirifer speciosus, Sp. ostiolatus, Sp. concentricus, Pentamerus galeatus, Orthis eifliensis, Leptæna interstrialis, L. lepis, Chonetes minuta, Cyathophyllum ceratites. Cystiphyllum lamellosum, Cys. vesiculosum, Calceola sandalina, etc.*
2, calcaire avec Stromatopores et Schistes intercalés.
3, place de la Grauwacke à *Spirifer cultrijugatus, Rhynchonella Orbignyana, Rh. pila, Streptorhynchus umbraculum, Orthis vulvaria, Chonetes sarcinulata (plebeia), Chonetes dilatata.* Ces couches, cachées dans la coupe du chemin, se voient dans un sentier qui conduit au moulin de Molhain.
4, Grauwacke de Hierges : *Spirifer paradoxus, Sp. arduennensis, Sp. hystericus, Athyris undata, Anoplotheca venusta, Rhynchonella Daleidensis, Rh. pila, Streptorhynchus umbraculum, Orthis vulvaria, Leptæna teniolata, Chonetes dilatata, Ch. sarcinulata, Pleurodictyum problematicum, etc.*
5, grès à *Grammysia Hamiltonensis* alternant avec des schistes rouges.
6, schistes rouges de Burnot : gouttes de pluie, ripplemarks, surface de desséchement.

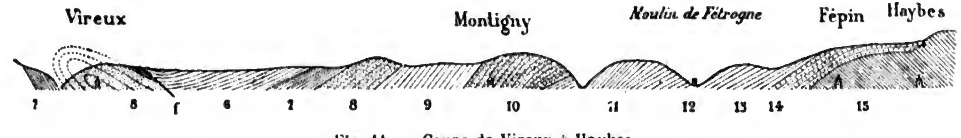


Fig. 11. — Coupe de Vireux à Haybes.

La légende est partagée entre les fig. 10 et 11 auxquelles elle est commune.

7, schistes rouges de Burnot, visibles sur la rive droite de la Meuse, au S. de Vireux et sur le bord de la route.

8, grès noir de Vireux, exploité dans de grandes carrières. On le taille en pavés et on le concasse pour en faire des pierres de route. Les fossiles y sont rares. Dans quelques localités privilégiées, on y trouve *Spirifer paradoxus*, *Spirifer arduennensis*, *Sp. hystericus*, *Rh. hexatoma*, *Leptæna Murchisoni*, *Chonetes sarcinulata*, *Ch. semiradiata*, *Pleurodictyum problematicum*.

9, grauwacke de Montigny, très semblable à celle de Hierges au point de vue pétrographique comme au point de vue paléontologique, *Spirifer paradoxus*, *Sp. arduennensis*, *Sp. hystericus*, *Athyris undata*, *Meganteris Archiaci*, *Rhynchonella daleidensis*, *Leptæna Murchisoni*, *Chonetes dilatata*, *Ch. semiradiata*, *Pleurodictyum problematicum*.

10, grès d'Anor, grès blanc souvent feldspathique, quelquefois très riche en fossiles : *Avicula lamellosa*, *Kochia capuliformis*, *Grammysia pes anseris*, *Goniophora trapezoidalis*, *Spirifer primævus*, *Athyris undata*, *Rensselaeria crassicosta*, *R. strigiceps*, *Leptæna Sedgwicki*, etc. Pour trouver ce grès d'Anor fossilifère il faut grimper sur le plateau de l'un ou l'autre côté de la Meuse à une époque où l'on essarte les bois. Un accident encore inexpliqué l'a fait disparaître dans la vallée de la Meuse. On n'y voit qu'un grès, grès sombre, qui forme le passage à la grauwacke.

11, schistes de Saint-Hubert, schistes vert-jaunâtre, arénacés, alternant avec des bancs de grès à structure stratoïde. Ces couches se voient très bien sur la rive droite ; elles sont en grande partie cachées par les bois sur la rive gauche. Elles ne contiennent pas de fossiles.

12, schistes bigarrés d'Oignies, visibles au moulin de Fétrogne (fig. 13) ; ce sont des alternatives de schistes rouges et verts et de quarzites verts (fig. 12).

13, schistes de Mondrepuits, schistes argileux vert foncé. Les fossiles y sont rares. *Primitia Jonesii*, *Tentaculites grandis*, *Grammysia deornata*. Cette assise est cachée par les bois ; on ne peut l'observer qu'en montant les chemins qui gravissent sur les plateaux.

14, arkose d'Haybes. — Grès à gros grains mélangés de feldspath kaolinisé ; elle contient beaucoup de fragments de tourmaline. Elle provient certainement de la destruction d'une roche granitique, dont les éléments ont été transportés par les premières mers dévoniques.

15, phyllades et quartzites cambriens

Près de l'église de Vireux, le grès noir de Vireux décrit une voûte isoclinale plongeant vers le S. C'est l'axe d'une selle qui est très complète au S. de Vireux. Elle est très nette sur la rive droite de la Meuse, mais sur la rive gauche elle est brisée au milieu par une faille, au delà de laquelle on trouve toutes les couches inclinées vers le Sud.

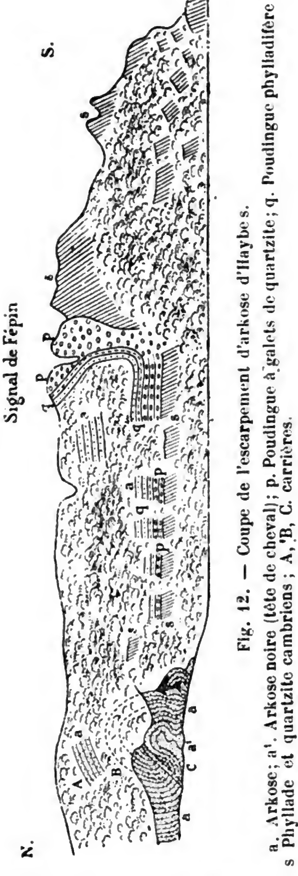


Fig. 12. — Coupe de l'escarpement d'arkose d'Haybes.

a. Arkose; a'. Arkose noire (tête de cheval); p. Poudingue à galets de quartzite; q. Poudingue phylladifère ; s Phyllade et quartzite cambriens ; A, B, C. carrières.

En remontant la vallée de la Meuse au S. de Vireux, on voit toutes les assises du Dévonique inférieur comme le montre la coupe ci-devant (fig. 11).

Avant d'arriver à Fépin, on aperçoit sur les deux rives de la Meuse d'anciennes carrières abandonnées. Les carrières de la rive droite (fig. 12) sont très remarquables par les contournements et les cassures qu'elles présentent.

Dans le bas des carrières, l'arkose semble s'enfoncer sous le Cambrien; mais si on marche d'une centaine de mètres vers l'amont, on voit les bancs d'arkose horizontaux, ou plongeant très légèrement vers le nord, reposer par l'intermédiaire d'un poudingue (Poudingue de Fépin) sur les tranches des phyllades cambriens qui sont inclinés vers le S.

Plus loin encore le poudingue se relève brusquement jus-

qu'à la verticale ; puis retombe vers le nord au signal de

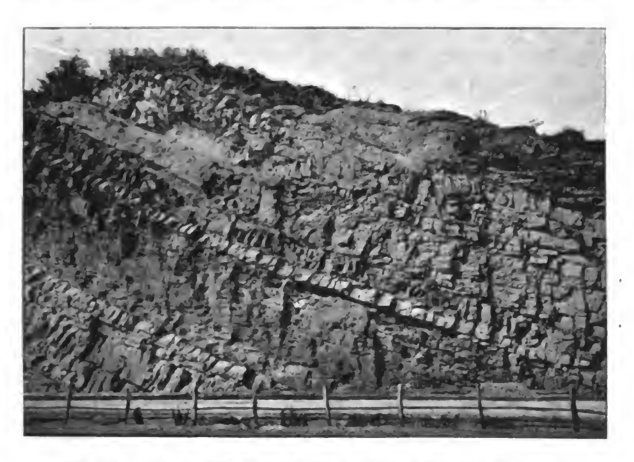


Fig. 13. — Coupe des schistes d'Oignies au moulin de Fetrogne.

Fépin, les phyllades cambriens conservant leur inclinaison normale vers le S.

Sixième journée. — Samedi 11 août

Horaire de la journée. — Départ de Givet à 10 h. 16 pour Laifour. Déjeuner à Laifour à 11 h. 1/2. Trajet à pied de Laifour et Deville (4 kilom.). Départ pour Charleville à 7 h. 1/2. Coucher à Charleville.

Carte géologique. — Feuille de Givet.

Carte topographique. — Feuille de Givet S.-O.

La journée du samedi 11 août doit être employée à l'étude du noyau cambrien et particulièrement des poches éruptives, diorites et porphyroïdes, qu'il renferme et qui sont presque toutes situées dans l'assise de Revin ou Revinien.

Le Revinien constitue le centre du noyau cambrien s'étendant sur une longueur de 12 kilomètres. Toutefois on ne peut pas juger de son épaisseur par l'espace qu'il occupe, car

il est affecté de plis excessivement nombreux, dont les deux ailes plongent l'une et l'autre vers le sud.

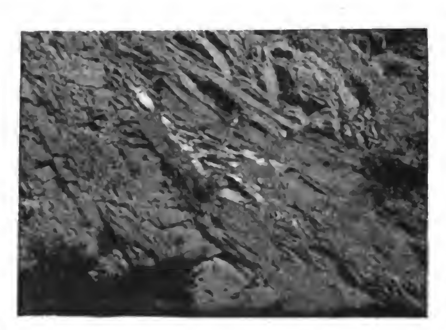


Fig. 14. — Pli isoclinal dans le Revinien.

Le Revinien est formé par des phyllades noirs, des quartzophyllades de même couleur, et des quartzites noirs et gris. Il est impossible d'y établir des divisions stratigraphiques, car il est homogène de la base au sommet. Cependant les quartzites sont plus abondants au S. qu'au N.

Les porphyroïdes de la Meuse sont des roches d'apparence gneissique. Leur pâte est formée de grains de quartz, de cristaux microscopiques de plagioclase et de nombreuses lamelles de phyllites (biotite, séricite ou chlorite). Les cristaux enfermés dans cette pâte sont du quartz bipyramidé, de l'oligoclase en petits cristaux verdâtres à arêtes vives, des cristaux plus gros d'orthose à angles souvent très arrondis.

Il y a de nombreuses variétés dues au développement de l'un ou de l'autre élément et particulièrement des phyllites. Elles passent insensiblement à des roches qui ne sont plus composées que de quartz et de séricite.

Les diorites sont formées de masses fibreuses d'hornblende, de petits cristaux de plagioclase et de grains de quartz. Elles contiennent en outre de l'épidote, de la chlorite, de la pyrrhotine.

Nous nous rendons directement de Givet au centre du noyau cambrien, à Laifour.

Contre la gare de Laifour, il y a une tranchée ouverte dans les phyllades noirs. On y trouve des phyllades percés d'un trou circulaire comme enlevé à l'emporte-pièce. On les a pris pour des trous de scolites, mais il est probable qu'ils sont dus à des pyrites altérées.

En face du village de Laifour, sur la droite de la Meuse, il y a une carrière dans les roches éruptives du gîte n° 10.

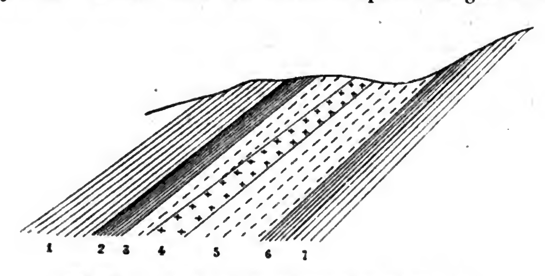


Fig. 15. — Coupe du gîte de roches éruptives n° 10.

1.	Phyllades noirs	
2.	Schiste euritique passant au chloritoschiste. . .	1m50
3.	Porphyroïde.	1m50
4.	Chloritoschiste.	1m50
5.	Porphyroïde	3m
6.	Schiste euritique.	1m20
7.	Phyllades noirs	

La porphyroïde de ce gîte contient peu d'orthose; il est essentiellement formé de plagioclase et d'une phyllite, biotite

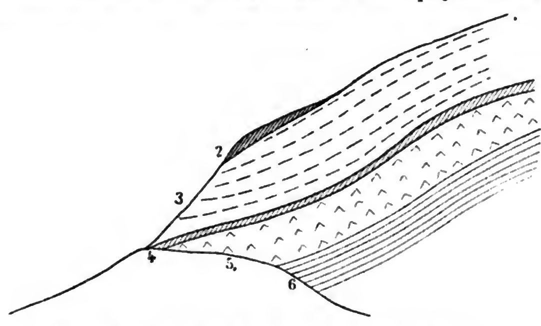


Fig. 16. — Coupe du gîte de roches éruptives n° 13.

1.	Phyllades noirs	
2.	Schiste euritique.	0m10
3.	Porphyroïde	8m
4.	Chloritoschiste amphibolique.	0m80
5.	Diorite granitoïde	6m
6.	Phyllades noirs	

ou chlorite. La porphyroïde inférieure est plus gneissique que

la supérieure par suite d'un plus grand développement de phyllites.

Le chloritoschiste intermédiaire contient, outre la chlorite, qui en forme l'élément essentiel, du feldspath triclinique, de la calcite et de l'épidote. Il paraît être une diorite très altérée.

A 1 k. 1/2 au N. de Laifour, sur la rive gauche de la Meuse, une autre carrière (fig. 16) montre le gîte n° 13.



Fig. 17. — Vue de la fontaine ferrugineuse de Laifour.

La porphyroïde de ce gîte est massive, formée de zones alternatives pâles ou foncées, suivant que la phyllite dominante est la séricite ou la biotite. L'orthose est le feldspath des premières, l'oligoclase le feldspath des secondes.

Le chloritoschiste ressemble beaucoup à celui de la carrière précédente, mais il contient des grains d'amphibole et beaucoup de viridite.

En nous rendant au gîte n° 6, situé sur la rive droite de la Meuse, nous passons devant la fontaine ferrugineuse de Laifour. Elle sort d'une espèce de grotte formée par un contournement et un décollement des schistes. Le phyllade

décrit une courbe dont la convexité est dirigée vers la vallée. Les bancs extérieurs se détachant des couches intérieures ont formé un pli presque à angle droit. Il en est résulté un vide dans lequel s'est accumulé du minerai de fer moderne dû à l'altération et à l'oxydation des pyrites.



Fig. 18. — Pli synclinal dans les quartzites à Laifour.

Le gîte de roches éruptives n° 6 est composé uniquement de diorite. Il a longtemps été exploité pour faire des pavés dans une carrière de la rive droite, à 30 m. au-dessus de la Meuse, et dans une carrière de la rive gauche, presque au niveau de la rivière.

Le gîte n° 5 est situé sur la rive gauche de la Meuse, au pied d'un pli synclinal de quartzite (fig. 18) qui a été activement exploité et dont il ne reste plus qu'une partie.

La porphyroïde de ce gîte contient des cristaux d'orthose bien mieux marqués que les porphyroïdes des gîtes précédents. D'après M. de La Vallée-Poussin, il couperait les phyllades et fournirait la preuve que les porphyroïdes sont des roches éruptives postérieures à la formation du dépôt cambrien.

Près du ravin du Mairus se trouve le gîte n° 3, célèbre dans les annales géologiques de l'Ardenne. Il présente la coupe suivante (fig. 19).

La porphyroïde massive de ce gîte est riche en quartz ; sa phyllite dominante est la séricite ; elle contient aussi des petits paquets noir-bleuâtre qui sont des nids de biotite. La

porphyroïde schisteuse en diffère par sa structure schisteuse, par sa pâte d'un grain plus fin, par sa phyllite qui est essentiellement la chlorite.

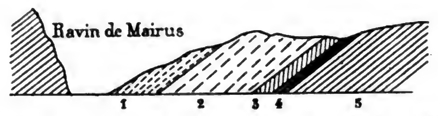


Fig. 19. — Coupe du gîte de porphyroïde n° 3 à Mairus.

1. Porphyroïde schistoïde . . . .
2. Porphyroïde massive. . . . . 5 à 6m
3. Schiste feldspathique très altéré 1m
4. Phyllade séricitcux 0m5
5. Phyllade noir . . . .

Vers la base de ce gîte, on distingue dans la porphyroïde des masses brunes où Dumont a reconnu des portions de schistes. En effet, dans le prolongement du gîte, sur la rive droite de la Meuse, on a trouvé des porphyroïdes avec gros fragments de phyllade intercalé.

Le gîte n° 2, situé au S. de l'usine de Mairus, est actuellement le type des porphyroïdes de la Meuse.

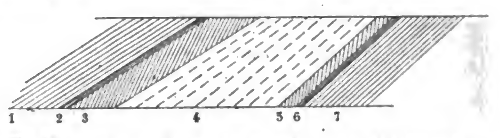


Fig. 20. — Coupe du gîte de porphyroïde n° 2 à Mairus.

1. Phyllade noir . . . .
2. Phyllade tendre séricitcux 0m25
3. Schiste vert chloritifère 3m
4. Porphyroïde massive. 40m
5. Schiste chloritifère. . . . .
6. Phyllade tendre séricitcux. . . . . .
7. Phyllade noir . . . .

La porphyroïde de ce gîte est caractérisée par le beau développement de ses cristaux de plagioclase et d'orthose. Ceux-ci sont fréquemment tellement arrondis qu'ils sont devenus ovoïdes.

La roche chloritifère a pour minéral dominant la chlorite ; elle se rapproche des schistes non seulement par sa texture, mais parce qu'elle contient une foule de micro-

lites qui sont ceux des schistes. Au contact de la porphyroïde, elle renferme des cristaux de quartz et de feldspath.

SEPTIÈME JOURNÉE. — **Dimanche 12 août**

Horaire de la journée. — Départ en chemin de fer à 10 h.16 de Givet pour Fumay; premier et deuxième déjeuner à Fumay. — Départ de Fumay pour Deville à une heure et demie. — Trajet à pied de Deville à Château-Regnault. — Départ de Château-Regnault pour Charleville à 7 heures et demie. Dîner et coucher à Charleville.

Carte géologique. — Feuille de Givet.

Carte topographique d'État-Major.—Feuille de Givet S.O.

La journée de dimanche est consacrée comme la précédente à l'étude du noyau cambrien et particulièrement des ardoises de Fumay et de Deville.

Les ardoises de Fumay sont des phyllades oligistifères, rouge-violet, présentant des taches blanches qui sont dues à une décoloration de la roche et qui sont en outre riches en silice.

Les ardoisières sont souterraines. On y exploite deux veines qui sont séparées par 120 m. de quartzite blanc. La veine de la Renaissance est à la partie supérieure de l'assise; la veine Sainte-Anne est un peu plus au N. Ces deux veines se présentent plusieurs fois à l'affleurement par suite de plis ou bonds, analogues aux crochons des veines de houille.

Tandis que les plateures sont régulières et plongent vers le sud, les dressants sont au contraire irréguliers, relevés parfois au-delà de la verticale et courbés en S au-dessus de la plateure inférieure.

Généralement à l'approche d'un pli, la veine d'ardoise devient horizontale; puis elle s'épaissit et se double par sa jonction avec la portion relevée. C'est alors que l'exploitation est la plus productive. On en a un exemplaire dans l'ancienne ardoisière de la Rochette, près de l'église de Fumay. La galerie produite par l'extraction de l'ardoise avait des dimensions assez vastes pour servir aux réjouissances publiques : c'était la salle de danse. De même au sommet d'un bond :

quand la veine reprend son allure normale, son épaisseur est beaucoup plus grande.



Fig. 21. — Rocher des foudres à Haybes.

Le dressant présente parfois aussi un épaississement. Mais lorsqu'il résulte d'un pli considérable et qu'il a par conséquent une certaine longueur, non seulement la veine ne s'épaissit pas, mais elle s'étire. Il est même très probable que les bonds très étendus se transforment en failles qui amènent des solutions de continuité dans la veine d'ardoise. Ce qui tend à le prouver, c'est qu'il est très rare d'observer un de ces dressants dans les rochers qui affleurent sur les bords de la Meuse. Cependant on peut en voir un dans le rocher, dit Foudres, sur la route d'Haybes (fig. 21).

Par suite de ces plissements, une même couche se présente plusieurs fois au même niveau dans une coupe perpendiculaire à la direction des strates.

Toutefois l'axe des bonds n'est pas parallèle à cette direction. Il fait avec elle un angle de près de 45°.

Chaque bond naît comme une légère voussure de la roche; il augmente quelque temps d'amplitude en s'enfonçant vers le sud-est, puis il se resserre ou s'aplatit et disparaît. Près de là un autre bond s'est produit et a en quelque sorte absorbé la matière du premier.

Les bonds ont donc la forme générale d'un fuseau, ou mieux ressemblent à des vagues, pétrifiées au moment où elles s'avanceraient pour déferler sur l'ancien rivage cambrien.

Les bonds de Fumay sont liés à un mouvement considérable de toute l'assise, qui décrit un coude entre Fumay et Haybes. Par suite, les couches sont rejetées à 4 kilom. vers le nord en restant presque toujours parallèles à elles-mêmes.

Il semble qu'en ce point le Cambrien se soit ridé comme pourrait le faire une enveloppe devenue trop large pour le corps qu'elle contient.

L'axe des bonds plonge vers le S.-E. de manière que les couches sont rejetées vers le N. et arrivent à décrire une courbe sinueuse.

Le feuillet de l'ardoise est oblique par rapport à la stratification; son inclinaison est de 40°, tandis que celle de la couche est de 27°; sa direction est E. 19° N., tandis que la direction des couches est E. 25° N.

Au S. de la ville de Fumay, on voit le passage du Fumacien au Revinien. Il se fait par 100 à 200 m. de phyllade et de quartzite gris verdâtre, puis noir. On arrive à une veine d'ardoise noire : veine des Peureux.

Près de là se trouve le rocher de quartzite de l'Uff, qui présente un bel exemple de contournement et de faille.

Nous franchissons en chemin de fer l'assise de Revin, que nous avons étudiée la veille, et nous débarquons à Deville.

En face de la gare, sur la rive droite de la Meuse, on observe la limite entre le Revinien et le Devillien. Les phyllades noirs font brusquement place à des phyllades verts aimantifères.

Le Devillien est essentiellement formé par du phyllade vert aimantifère, du phyllade bleu, du phyllade gris verdâtre et du quartzite blanc ou gris verdâtre. Les quartzites sont activement exploités pour l'empierrement des routes. Quant aux phyllades, ils fournissent les ardoises de Deville, Monthermé, Rimogne, etc.

Il y a trois veines d'ardoise que l'on peut désigner d'après les ardoisières principales sous les noms d'Echina, Saint-Barbabé et Vanelles.

Les deux premières sont composées chacune de deux couches d'ardoise (ternes), séparées par une couche de quartzite (caillou) d'une trentaine de mètres. Le terne du nord, ou grand terne (épaisseur 12 mètres), est continu; celui du sud, ou petit terne (épaisseur 3 m.), est formé de lentilles séparées.

Quand les ternes sont un peu épais, ils se subdivisent en trois zones. Les deux zones extérieures sont vertes aimantifères; la zone intérieure est bleue gorge de pigeon; elle contient au lieu d'aimant des grains brun rougeâtre qui sont de l'oligiste ou de l'ilménite (fig. 22).

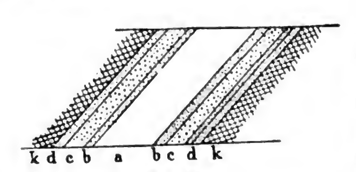


Fig. 22.
Coupe d'une veine d'ardoise à Rimogne.

a. Phyllade bleu sans grains: b Phyllade bleu grenu (aimantifère); c. Phyllade vert à gros aimants: d. Phyllade vert sans aimants: d. Quartzite (caillou).

Par suite des méandres de la Meuse, entre Deville et Monthermé, nous recoupons trois fois la bande devillienne.

Nous commençons par apercevoir sur la rive droite la veine de l'Echina avec un petit terne (Sainte-Croix) et son grand

terne (Saint-Louis). Ce grand terne est exploité derrière Deville à Terre-Rouge.

Puis la route coupe la veine de Saint-Barnabé dont le grand terne a été exploité à Baccara et le petit terne à la Carbonnière. Nous atteignons au coude de la Meuse le massif de quartzite du Mont Roma que le chemin de fer traverse en tunnel et qui sépare la deuxième veine de la troisième.

La route nous ramenant vers le nord, nous recoupons une seconde fois la veine Saint-Barnabé à l'ardoisière de Malhanté; puis nous voyons vis-à-vis les premières maisons de Monthermé les ardoisières ouvertes dans la veine de l'Echina (petit terne = Rapparent, grand terne = Echina).

Au N. de ces ardoisières le Revinien reprend, formant le fond de l'enveloppe de Monthermé. Les couches de quartzite y décrivent un pli dont la convexité est tournée vers la rivière. C'est à l'obstacle formé par cette voûte que l'on peut attribuer le rebroussement brusque de la Meuse vers le S.



Fig. 23. — Vue du pli anticlinal dans le Cambrien à Château-Regnault.

Nous reprenons notre marche en remontant la rivière sur la rive droite. Dès que nous sortons de Monthermé, nous

traversons de nouveau la veine de l'Echina (grand terne = Ecaillette ; petit terne = Saint-Honoré) ; puis après avoir passé les quartzites, la veine de Saint-Barnabé (grand terne = Epine ; petit terne = ?).

Il nous faut alors longer le pied du Mont Roma. En face de nous se dresse, sur la rive droite, la silhouette du rocher des Quatre Fils Aymond, formé par le prolongement des quartzites du Mont Roma.

Nous arrivons à l'ardoisière des Vanelles, qui est peu épaisse et composée uniquement de phyllade aimantifère.

Un peu au-delà commence l'assise de Bogny, constituée par des phyllades noirs et des quartzites noirs semblables à ceux de Revin.

Après être revenus sur la rive droite, nous voyons à Chateau-Regnault, un magnifique pli anticlinal dans les quartzites de Bogny (fig. 23).

Huitième journée. — Lundi 13 août

Horaire de la journée. — Rendez-vous au pont de Charleville à 7 h. 1/2. Départ de la gare pour Bogny à 9 h. 1/4. Déjeuner à Château-Regnault à 11 heures. Retour à Charleville à 7 h. 1/2. Dîner et coucher à Charleville.

Cartes géologiques. Feuilles de Givet et de Mézières.

Carte topographique de l'État-major. Givet S.-O., Mézières N.-O.

Le but de la journée est l'étude du Dévonique inférieur du bassin de Charleville.

En attendant l'heure du train, on va visiter le Mont Olympe et la tranchée du canal. On y voit des schistes rouge-violet. avec bancs verts et quartzites verts. Ils appartiennent au Gedinnien et à l'assise d'Oignies, mais ils sont plus luisants, plus phylladeux, plus métamorphisés qu'à Fétrogne. On ne connaît pas, à Charleville, de couche inférieure, mais on sait, par ce qui se passe à Sedan, que l'on trouverait souterrainement, vers le S., le Gedinnien inférieur, puis de nouveau le Cambrien.

Lorsque l'heure est arrivée, nous montons en chemin de fer pour aller reprendre la coupe de la Meuse, au point où on l'avait laissée la veille à Bogny.

En gravissant sur cinquante mètres environ l'escarpement des phyllades de Bogny, on trouve le poudingue gédinnien formant un banc qui plonge vers le sud avec une inclinaison plus faible que celle des phyllades : si on continue à monter le long du plan incliné constitué par le poudingue, on arrive à une légère entaille (cheminée de Bogny), qui permet d'arriver sur une plate-forme étroite où l'on peut observer la surperposition du Dévonique sur le Cambrien. Tous deux plongent au sud et la différence d'inclinaison est faible.

Une carrière située à 500 m. à l'O. montre le même contact; mais les deux assises sont concordantes. On voit alors que la pâte du poudingue est remplie de cristaux d'Ottrélite. Il en est de même des phyllades cambriens voisins. L'Ottrélite s'est développée dans les deux roches par suite du mouvement qui a amené les deux terrains à être parallèles.

Le poudingue, d'après sa pente, devrait s'étendre dans le ravin de Bogny ; mais il y est recouvert par des alluvions et par des habitations.

Le côté sud du vallon de Bogny est constitué par des phyllades noirs fort semblables à ceux de Revin. Ce sont les phyllades de Levrezy, qui correspondent aux schistes de Mondrepuits. Il y a absence totale de l'arkose d'Haybes dans le bassin de Charleville.

A Braux, les phyllades de Levrezy passent insensiblement à une roche plus quartzeuse, le quartzophyllade de Braux. Les surfaces des bancs sont couvertes d'arborisation de fer oligiste et de nombreux filons de quartz se rencontrent aussi bien dans les quartzophyllades que dans les phyllades.

Au-delà de Braux et en suivant la voie ferrée, on rencontre successivement :

1° Les schistes bigarrés de Joigny représentant ceux de Fétrogne et du Mont Olympe, avec un métamorphisme bien plus prononcé que ces derniers;

2° Les phyllades verts de La Forest, qui correspondent aux schistes de Saint-Hubert ;

3° Les phyllades noirs d'Alle qui, sur les bords de la Semoy, sont exploités comme ardoises. C'est le niveau des

ardoises du Rhin. On admet qu'ils représentent le grès d'Anor parce qu'ils contiennent des amandes de grès où on a trouvé les fossiles d'Anor : *Spirifer primævus, Rensselaeria crassicosta, Leptœna Sedgwicki, Avicula lamellosa*, etc.

4° Des schistes gris avec quartzites et quartzophyllades (schistes de Nouzon) toujours sans fossiles ; ils ne correspondent à rien de déterminé dans la série typique. Du reste, ils n'existent que dans la vallée de la Meuse ; ils se perdent vers l'E. en se transformant en phyllades noirs.

5° Des schistes noirs avec quartzite bleu foncé et quarzophyllades fossilifères : *Spirifer primævus*, *Meganteris Archiaci, Rhynchonella Pengelliana*, etc. On considère cette assise comme contemporaine de la grauwacke de Montigny. Elle remplit le centre du bassin de Charleville et présente plusieurs plis. L'un des plus remarquables se voit à la carrière double du bois Gesly au S. de Nouzon, vis-à-vis du kilomètre 148,18.

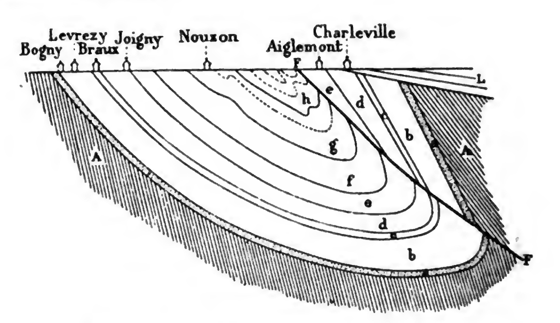


Fig. 24. — Coupe théorique du bassin de Charleville.

A. Phyllades et quartzites cambriens; a. Poudingue de Bogny ; b. Schistes de Levrezy ; c. Quartzophyllade de Braux ; d. Phyllades de Joigny et du mont Olympe ; e. Phyllade de La Forest et quartzophyllade d'Aiglemont ; f. Phyllade noir et grès blanc du bois Virrus. g. Schiste gris et quartzite de Nouzon ; h. Quartzophyllade du bois de Gesly ; L Lias : F. Faille d'Aiglemont.

Au delà on rencontre la branche synclinale sud du bassin de Charleville ; elle est séparée des couches précédentes par une faille dont la position exacte n'a pas encore été déterminée.

Cette branche sud présente :

1° Les schistes et les quartzophyllades d'Aiglemont correspondant aux phyllades de La Forêt et aux schistes de Saint-Hubert.

2° Les schistes du Mont-Olympe, correspondant aux Phyllades de Joigny et aux schistes d'Oignies.

3° Les schistes du Mazy, correspondant aux schistes de Mondrepuits et aux phyllades de Levrezy.

4° Le Poudingue du Dos du Loup, qui est l'analogue du poudingue de Bogny.

Ces dernières assises sont cachées par le Lias, mais on les voit dans le bois de Sedan.

Neuvième journée. — **Mardi 14 août**

Horaire de la journée. — Départ de Charleville en chemin de fer à 6 h. 23. Premier déjeuner à Monthermé à 7 heures. — Départ en voiture pour les Butées. — Deuxième déjeuner à la Cense-Jacob. — Dîner à Monthermé à 7 h. 1/2. — Retour à Charleville à 9 h. 53. — Arrivée à Charleville à 10 h. 24.

Cartes géologiques. — Feuille de Givet. — Carte de Belgique, feuille de Gédinne-Willerzies.

Carte topographique de l'État-Major : Givet S. O.

L'excursion de ce jour est destinée à aller étudier le métamorphisme du Franc-Bois de Willerzies et à constater certains faits de stratification discordante du Dévonique sur le Cambrien.

On va de Charleville à Monthermé en chemin de fer et en voiture de Monthermé à Vieux-Moulins.

On s'arrête un moment aux Butées pour voir une variété extrême de porphyroïde, qui ne contient pas de feldspath.

On l'a exploitée contre l'église des Butées, mais on n'en trouve plus maintenant que des fragments. Elle est formée de gros grains de quartz dihexaédriques empâtés dans une masse de quartz finement grenu et de séricite. De grandes lames de séricite blanche soyeuse, ondulant autour des cristaux de quartz, lui donnent une structure schisteuse.

A Vieux-Moulins, on descend de voiture et on prend le sentier qui conduit à la Ferme du Franc-Bois de Willerzies. Cette ferme et la Cense-Jacob sont l'une et l'autre sur le Cambrien ; mais entre les deux le Dévonien s'avance en un petit bassin qui a été fortement comprimé entre les deux massifs plus anciens. C'est le massif de l'est, c'est-à-dire celui de la Cense-Jacob qui a été porté vers l'ouest, de sorte que les deux branches du bassin plongent vers l'est; la branche occidentale est peu modifiée, tandis que la branche orientale est fortement métamorphisée.

Le grès blanc intermédiaire entre le phyllade de Levrezy et l'arkose est propre à ce plateau. On peut le considérer comme la partie supérieure de l'arkose. Du côté du Franc-Bois le grès contient de gros fragments d'orthose kaolinisée ; ils ont souvent disparu sur les surfaces extérieures qui sont alors criblées de trous. Du côté de la Cense-Jacob, le grès blanc prend un peu l'aspect d'un quartzite.

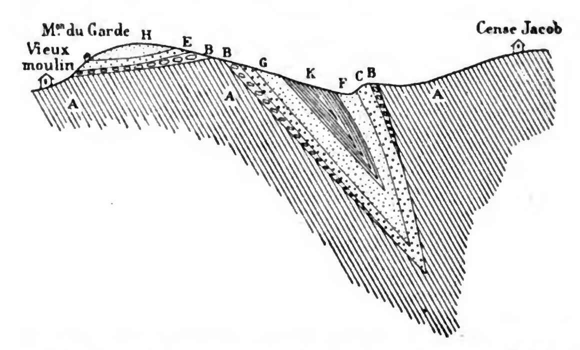


Fig. 25. — Coupe théorique du bassin d'arkose métamorphique entre la Ferme du Franc-Bois et la Cense Jacob.

A. Phyllades cambriens ; B. Poudingue : C. Arkose métamorphique (roche du Reuchon); D. Arkose moins métamorphique; E. Arkose du plateau ; F. Grès blanc compact ; G. Grès blanc moins compact; H. Grès blanc vacuolaire ; K. Phyllade noir de Levrezy.

L'arkose est presque normale sur le plateau du Franc-Bois. Quand on descend vers le ruisseau on la voit devenir verte par la disparition du feldspath et l'apparition de la chlorite ;

le quartz s'y montre en gros grains disséminés dans du quartz grenu.

Du côté oriental, l'arkose passe à une roche compacte d'apparence porphyroïde, formée de gros grains de quartz dans une pâte quartzochloriteuse. Les gros grains de quartz présentent des traces de cassures comme s'ils avaient été brisés, et la pâte pénètre entre les fragments. Cette pâte est composée de quartz finement grenu, à la manière des phyllades et de chlorite fibreuse. Von Lasaulx a considéré l'arkose du Franc-Bois comme un porphyre éruptif injecté parallèlement aux couches et modifié par métamorphisme.

Or, la roche du Franc-Bois est dévonienne; elle est presque toujours séparée du phyllade cambrien par un poudingue qui est l'analogue de celui de Fipin.

Au rocher du Reuchon, sur le territoire français, où le métamorphisme est le plus intense parce que c'est la partie la plus resserrée du bassin, on voit nettement ce poudingue intercalé entre les phyllades cambriens et des phyllades gedinniens subordonnés à l'arkose.

Au retour, nous suivons le vallon de l'Ours, profonde gorge creusée dans les phyllades ; nous passons ensuite par la grotte de Linchamps, où le poudingue dévonien repose horizontalement sur les tranches des phyllades cambriens.

Plus près de Monthermé, à la roche à Corpias, le poudingue et les phyllades cambriens plongent les uns et les autres vers le sud; la discordance, quoique très nette, est moins frappante.

A la roche à Corpias, la partie supérieure du poudingue alterne avec des bancs de grès grossier fossilifère. Au-dessus, les phyllades de Levrezy commencent par des phyllades peu fissiles et moins satinés que la masse de l'assise.

Entre Linchamps et la roche à Corpias, il y a plusieurs tranchées dans les schistes de Levrezy. Ils sont toujours ondulés et traversés perpendiculairement à la schistosité de fentes ou failles qui sont le résultat d'un ployement à angles vifs.

A 150 m. au-dessus de la Roche à Corpias se trouve le Roc de la Tour qui est le point le plus pittoresque de l'Ardenne.

C'est un rocher de quartzite blanc Devilien, qui s'est éboulé en blocs empilés les uns sur les autres, formant une pente chaotique de 50 m. de hauteur. Au sommet du chaos deux rochers circulaires restés en place font saillie comme deux tours d une vieille cathédrale.

ITINÉRAIRE

Lundi	6	août	— Rendez-vous le soir à *Avesnes-sur-Helpe*, Hôtel du Nord.
Mardi	7	»	— Maubeuge, Ferrière-la-Petite, Bachant, *Avesnes*.
Mercredi	8	»	— Avesnelles, *Givet*.
Jeudi	9	»	— Vodelée, *Givet*.
Vendredi	10	»	— Vireux, *Givet*.
Samedi	11	»	— Laifour, Deville, *Givet*.
Dimanche	12	»	— Fumay, Deville, Château-Regnault, *Charleville*.
Lundi	13	»	— Bogny, Château-Regnault, *Charleville*.
Mardi	14	»	— Monthermé, Les Butées, Cense-Jacob, *Charleville*.

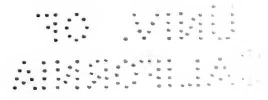
II

GIRONDE ET TOURAINE

EXCURSIONS SOUS LA CONDUITE DE

MM. E. FALLOT et G. DOLLFUS

PREMIÈRE PARTIE



3 au 9 Août

Notice de M. E. FALLOT

GIRONDE. — Succession des couches du Lutétien au Miocène, du bassin de la Gironde : principaux gisements fossilifères.

DEUXIEME PARTIE

11 au 14 Août

Notice de M. G. DOLLFUS

TOURAINE. — Gisements fossilifères du Miocène typique.

GIRONDE

NOTICE DE

M. E. FALLOT

Ayant à différentes reprises donné une description stratigraphique détaillée de la région visitée par les Congressistes, notamment dans une *Esquisse géologique du département de la Gironde* (1) et plus récemment dans une *Notice relative à une carte géologique des environs de Bordeaux* (2), je crois inutile de rééditer cette description sous la même forme, avec les seules modifications que pourraient y introduire des recherches un peu plus récentes et la connaissance plus approfondie que j'ai acquise du Bazadais.

Je me suis donc borné à donner dans ce Livret-guide un résumé des excursions organisées dans les environs de Bordeaux, de manière à ce que chaque participant puisse les suivre sans difficulté et avec fruit.

Le programme adopté permettra de voir à peu près toutes les assises qui concourent à la constitution géologique du département de la Gironde. Néanmoins, j'ai laissé presque de côté l'Infra-tongrien, ou du moins la région où il présente ses assises les plus développées. Cette étude nous eût entraînés à consacrer toute une journée à la vallée de la Dordogne, et nous n'aurions vu que des assises absolument dépourvues d'intérêt au point de vue paléontologique.

J'ai préféré montrer aux Congressistes — en dehors des terrains tertiaires — un des pointements crétacés décrits dans mon mémoire de 1892 (3). La visite du lambeau de

(1) Feuilles des Jeunes Naturalistes, 1889.

(2) Mémoires de la Soc. des Sciences phys. et nat. de Bordeaux, 1895.

(3) B. S. G. F., 3e Série, t. XX, p. 350.

Landiras ne nous détourne presque pas de notre chemin et prend beaucoup moins de temps que l'exploration de l'Infra-tongrien ou Sannoisien et celle de la base du Stampien, dans la vallée de la Dordogne.

Première journée. — **Vendredi 3 août**

Bordeaux et Cenon

La ville de Bordeaux est bâtie dans la partie occidentale du bassin géologique de l'Aquitaine, c'est-à-dire un peu au N.-O. du foyer de la demi-ellipse que présente à peu près la forme extérieure de ce bassin.

Ce n'est donc pas sur l'assise constitutive la plus récente du bassin que la ville est située, mais sur des couches un peu plus anciennes, sur l'étage tongrien, surmonté par les formations de recouvrement de la région : *alluvions* vers la vallée de la Garonne, *Sable des Landes* vers l'intérieur du pays, c'est-à-dire vers le sud.

Le Tongrien y présente deux divisions distinctes :

1° La *Mollasse du Fronsadais*, que l'on place dans l'Infra-tongrien ou Sannoisien (1);

2° Le *Calcaire à Astéries,* qui représente le Stampien.

La *Mollasse du Fronsadais*, assise argilo-gréseuse d'un gris-verdâtre, d'origine en grande partie fluviatile, n'affleure guère sur le territoire de Bordeaux, mais on la rencontre, dès que l'on creuse au-dessous des alluvions, dans tout le quartier de la Bastide (rive droite de la Garonne) et dans une bonne partie de la ville, surtout vers les quais et dans le quartier de Bacalan. Elle forme le soubassement des collines de Lormont et Cenon, que l'on traverse en tunnel en arrivant de Paris, et qui sont constituées par le Calcaire à Astéries.

Le *Calcaire à Astéries* est une formation marine, ainsi

(1) Je n'ai pas trouvé à Bordeaux ou dans les environs immédiats (Cenon), le calcaire lacustre de Castillon qui, dans l'est du département, repose sur la Mollasse, et dont M. Linder indique un lambeau à la base des collines de la rive droite (Carte géol. au 80.000e, feuille n° 180). Voir pour toute cette question : E. Fallot : Contribution à l'étude de l'étage tongrien dans le département de la Gironde (*Mém. Soc. sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 1894).

nommée à cause des osselets de *Crenaster lævis*, des M., que l'on rencontre assez abondamment dans certaines de ses couches. C'est généralement un calcaire blanc, qui constitue la partie solide, le squelette en quelque sorte, du sous-sol de Bordeaux. On le voit affleurer sous les fondations des maisons, dans de nombreux points de la ville, surtout dans le quartier de Paludate, sur les deux rives du Peugue, autour de la place Tourny et de la place Gambetta, dans le quartier de la Chartreuse, etc.

On peut en prendre une notion satisfaisante en allant explorer les carrières de la côte de Cenon, à droite de la route de Paris (1), mais là on ne voit pas son substratum.

Le Calcaire à Astéries est assez argileux vers la base, où il présente souvent des couches gris-verdâtre remplies de Milioles. Ces couches, qui pourraient peut-être remplacer l'argile à *Ostrea longirostris* Lk. et *O. girondica* E. F. (forme voisine ou variété de *O. cyathula*, Lk.) si bien représentée dans certains points du département (St-Jean de Blagnac, environs d'Haux, etc.) sont surmontées d'alternances de bancs argileux et calcaires avec petits niveaux ligniteux ; puis vient la masse même du Calcaire à Astéries, d'un blanc-jaunâtre, présentant supérieurement des poches ferrugineuses provenant de la nappe de diluvium qui recouvre le plateau.

La partie supérieure du Calcaire à Astéries de Cenon renferme surtout des Polypiers, des Bryozoaires ; on y a signalé quelques Nummulites (*N. vasca*, Joly et Leym. var. et *N. Boucheri*, de la H.) (2).

La masse principale est généralement pétrie de fossiles à l'état de moules intérieurs, tels que :

Cerithium Charpentieri, Bast. ;
Cerithium plicatum, Brug. ;
» *bidentatum*, Grat. ;
Ampullina (*Megatylotus*) *crassatina*, Desh. ;
Turbo Parkinsoni, Bast. ;
Delphinula hellica, d'Orb. ;
Trochus submonilifer, d'Orb. ;
Lucina Delbosi, d'Orb. ;
Venus Aglaurae, Brongn. ;
Goniocardium Matheroni, Desh. ;
Cardita Benoisti, Tourn., etc., etc.

(1) Voir surtout : E. Fallot : Contribution à l'étude de l'étage tongrien dans le département de la Gironde. *Mém. Soc. Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 1894.

(2) Benoist. P. V. Soc. Lin. — 2 mars 1887.

Les Échinides ne sont pas très rares dans le calcaire à Astéries, surtout *Scutella striatula*, M. de Serres. On y trouve moins fréquemment *Echinocyamus piriformis*, Ag., *Echinolampas Blainvillei*, Ag., *Amphiope Agassizi*, des M., etc., etc. (1).

A Cenon, ai-je dit, comme dans tous les gisements du Calcaire à Astéries, les mollusques sont à l'état de moules ou d'empreintes, sauf les *Pecten* (*P. Billaudeli*, des M.), les *Anomia*, les *Ostrea*. J'y ai trouvé aussi une fois le *Pectunculus angusticostatus*, Lk. avec le test. Cependant, dans quelques points privilégiés, notamment dans le quartier de Terre-Nègre (Bordeaux et Caudéran), on a pu trouver la faune avec le test, et cette faune s'est montrée identique à celle de Gaas (Landes) (2). Malheureusement ces gisements n'affleurent pas et n'ont pu être rencontrés que dans des travaux de substruction ou de sondages.

Le Congrès pourra cependant en examiner un en allant à Leognan (voir plus loin), aux environs du petit village de Sarcignan.

Deuxième journée. — **Samedi 4 août**

Roque de Tau à Blaye

Le trajet de Bordeaux à Roque de Tau, qui se fera soit en chemin de fer, soit en bateau à vapeur, ne permet pas une étude très utile de la région traversée ; le calcaire à Astéries, quelquefois les couches de la Mollasse du Fronsadais, sont en quelque sorte les seules assises *visibles* du parcours ; elles forment (les premières surtout) les falaises qui bordent la Dordogne et la Gironde (rive droite).

Par contre, la course de Roque de Tau à Blaye présente une coupe (fig. n° 1) assez complète du Tongrien au Lutétien. A la montée de Gauriac (route de Blaye à Bourg-sur-Gironde), à quelques centaines de mètres à l'est du débarcadère de Roque de Tau, on voit le calcaire à Astéries former les escarpements de la rive droite de la Gironde. Il a été en partie

(1) Voir E. Fallot. Contribution à l'étude de l'étage tongrien dans le département de la Gironde. *Mém. Soc. Sc. phys. et nat. de Bordeaux*, 1894.

(2) Ibid.

exploité, mais ne présente rien de spécial. Il repose sur une assise argilo-sableuse gris-jaunâtre qui représente probablement d'une façon très restreinte la Mollasse du Fronsadais, si développée vers l'est (environs de Fronsac, vallée de la Dordogne).

Cette assise très mince (1-2 mètres) fait suite à des assises de même composition et que l'on pourrait croire identiques, mais la présence de nombreuses *Anomia girondica*. Math. nous annonce des couches un peu plus anciennes, que M. Vasseur a considérées comme la base de l'Infra-tongrien et qui, ailleurs, se lient intimement à l'Éocène supérieur.

L'Infra-tongrien est extrêmement réduit ici. Les argiles infra-mollassiques, si développées dans la vallée de la Dordogne, et qui sont probablement un faciès des couches à Anomies manquent, ainsi que le calcaire lacustre de Castillon. Ce dernier n'apparaît au-dessus de la Mollasse du Fronsadais, que beaucoup plus à l'est, vers Saint-Hippolyte, aux environs de Saint-Émilion, pour prendre ensuite son maximum de développement vers Sainte-Foy-la-Grande. On sait que le calcaire de Civrac le représente en Médoc.

Après être revenus sur nos pas, nous retrouverons, à

NNO
Blaye
Plassac
Bois de Barbe
Roque de Tau
SSE

Fig. 1. — Coupe de Blaye à Roque de Tau.

1. Calcaire grossier inférieur } de Blaye } Lutétien.
2. Calcaire grossier supérieur
3. Argiles à *Ostrea cucullaris*. } Bartonien.
4. Calcaire lacustre de Plassac
5. Calcaire à *Sismondia occitana* . . . Priabonien.
6. Couches à Anomies . . . } Infra-tongrien
7. Mollasse du Fronsadais . . . } ou Sannoisien.
8. Calcaire à Astéries . . . Stampien.

l'entrée du bois de Barbe, les couches à Anomies, cette fois sous forme d'assises calcaréo-gréseuses intercalées de délits sableux ; cet ensemble de couleur roussâtre repose sur des calcaires grisâtres remplis de Foraminifères (Miliolidés, etc.) qui représentent ici le calcaire de Saint-Estèphe (Éocène supérieur ou Priabonien).

A la descente vers Plassac, la végétation est trop considérable pour permettre l'étude détaillée de cette assise que nous reverrons plus loin.

Au sortir de Plassac on arrive sur le Bartonien qui se compose de deux assises : inférieurement, les Argiles à *Ostrea cucullaris*, Lk., supérieurement, le Calcaire lacustre de Plassac.

Les Argiles à *Ostrea cucullaris* très minces affleurent dans les fossés de la route ; elles sont jaune-verdâtre et les huîtres y sont généralement brisées mais non roulées.

Le Calcaire de Plassac, souvent accompagné d'argiles vertes sans fossiles, est une roche très blanche, que l'on reconnaît de loin, à la base des coteaux, et qui est exploitée pour les fours à chaux. On n'y trouve guère que *Limnaea longiscata*, Brong. et un Planorbe rapporté à *Pl. rotundatus*, Brong. Par ces raisons on en a fait l'équivalent du Calcaire de St-Ouen, de même que l'on veut voir un représentant des Sables de Beauchamp dans la couche mince des argiles à *O. cucullaris* (1).

En continuant à marcher dans la direction de Blaye, on aperçoit, dans le coteau qui est situé sous Ste-Luce, les couches de l'Éocène supérieur reposant sur le Calcaire de Plassac.

Là, dans les vignes, on trouve assez abondamment *Sismondia occitana*, Desor. Cet Echinide est accompagné d'une espèce assez rare, *Echinopsis elegans*, Ag. et de l'*O. bersonensis*, Math. C'est bien le niveau développé dans les environs de St-Estèphe et surtout de Vertheuil (Médoc), où l'on trouve abondamment l'*Echinolampas ovalis* (Bory de St-Vincent), Des Moul.

(1) Voir surtout pour ces questions : Matheron. Note sur les dépôts tertiaires du Médoc et des environs de Blaye. B. S. G. F., 2e série, t. XXIV, p. 197 et suiv.; et Vasseur : Recherches géol. sur les terrains tertiaires de la France occidentale, p. 398 et suiv. Paris, 1881.

En redescendant, nous abordons, au-dessous de la route, les assises lutétiennes, constituées ici par le Calcaire grossier supérieur de Blaye. L'escarpement calcaire nous montre, avec des Gastéropodes et des Bivalves peu déterminables, d'assez nombreux oursins. J'y citerai surtout : *Echinolampas similis*, Ag. (*girondicus*, Math.). *Sismondia marginalis*, Desor (*Laganum marginale*, Ag.), *Praescutella Cailliaudi* (Cott.) Pomel.

Remontant sur la route, nous ne tarderons pas à arriver à Blaye. Le plongement régulier des assises tertiaires vers l'est nous fait penser que le Calcaire grossier exploité dans le haut de la ville appartient à peu près au même niveau que celui de Plassac, ou peut-être à un niveau un peu inférieur. L'*Echinolampas similis*, Ag. n'y est pas rare, mais on y rencontre surtout deux espèces intéressantes : *Echinolampas blaviensis*, Cott. et *Echinanthus Des Moulinsi*, Desor.

Dans une note récente (1), un de mes élèves, M. Engerrand, signale, au lieu dit Lacave, les mêmes Echinides auxquels viennent se joindre, d'après lui : *Echinolampas Falloti*, Cott., *Sismondia marginalis*, Desor, *Euspatagus Croizieri*, Cott., *Praescutella Cailliaudi* (Cott.), Pomel, *Linthia Pomeli*, Cott., *Linthia* sp.

Plusieurs des mêmes espèces se trouvent aussi dans les carrières abandonnées de Collinette, derrière l'hôpital.

Le Calcaire grossier inférieur de Blaye, placé sous les couches précédentes, affleure dans les fossés de la Citadelle et dans la colline qui porte cette fortification. Il est surtout caractérisé par *Echinolampas stelliferus* (Lamk.) Des Moul. qu'on y rencontrait abondamment jusqu'à ces derniers temps. Le niveau des fossés de la Citadelle de Blaye est le plus inférieur que nous puissions voir ; il est probablement un peu supérieur au niveau de St-Palais, visible à l'embouchure de la Gironde (2). En tous cas il est supérieur aux assises à Nummulites (3) qui se montrent dans les sondages de Bor-

(1) P. V. Soc. Lin. de Bordeaux, t. LIII, p. XXXIII.

(2) Vasseur. — Terrains tertiaires de la France occidentale, p. 402.

(3) Ces Nummulites appartiendraient aux *N. perforata*, d'Orb.; *lucasana*, Defr. ; *laevigata*, Lk. var. *aquitanica*, Ben., d'après M. Benoist, qui y cite aussi *Assilina granulosa* et *mamillata*, d'Arch.

deaux et des environs et qui renferment les niveaux aquifères recherchés pour les puits artésiens de cette région.

Ces couches à Nummulites se sont montrées remarquablement épaisses (vraisemblablement par suite de faille ou d'effondrement) dans le sondage du Parc bordelais, qui a atteint 504 mètres, sans arriver à un résultat satisfaisant au point de vue de l'eau jaillissante (1) et sans atteindre le Crétacé ou même des couches appartenant sûrement à l'Éocène inférieur.

Ce dernier étage est jusqu'ici fort douteux dans la région, en dehors des lambeaux roulés (et hors place) à *Nummulites planulata*, Sow. signalés dans l'Éocène moyen de St-Palais. M. Benoist a cependant indiqué *Alveolina oblonga*, d'Orb., vers 150 mètres de profondeur, dans le sondage de Lamarque et des *N. planulata* Sow. var. dans la nappe aquifère des puits artésiens de l'Abattoir de Blaye, mais ces déterminations auraient besoin d'être confirmées par de nouveaux matériaux d'études.

C'est à la citadelle de Blaye que nous terminerons l'excursion, non sans avoir admiré le fleuve immense qui s'étale sous nos yeux, entre les rives basses du Médoc et du Blayais septentrional.

Troisième journée. — **Dimanche 5 août**

Cerons. Landiras. Langon. Sainte-Croix-du-Mont

En arrivant à la gare de Cerons, on peut voir le Calcaire à Astéries exploité dans plusieurs carrières, mais il est généralement recouvert par les alluvions, qui, plus loin, en allant vers Landiras, font place au Sable des Landes. Il réapparaît près de Landiras et vient probablement — bien que je n'aie pu voir le contact — reposer sur le bombement crétacé que l'on voit un peu en avant du moulin de Perron, dans le vallon de Trussan.

Découvert par M. Raulin en 1848, cet affleurement est

(1) La nappe principale qui avait été rencontrée dans les puits des Docks entre 216 et 220 m., n'a été trouvée qu'à 365 mètres au Parc, d'après M. Benoist.

constitué par un calcaire généralement très compact, blanchâtre ou jaunâtre, avec silex blonds. Il est très pauvre en fossiles. On y voit surtout de grosses *Orbitoïdes* atteignant quelquefois la grosseur d'une pièce de deux francs. J'y ai trouvé le *Diploctenium cordatum*, Goldf. (espèce de Maestricht), qui existe dans les calcaires crétacés de la Clotte (Charente-Inférieure) et un mauvais échantillon d'*Hemipneustes* que j'ai rapporté avec doute à *H. pyrenaicus*, Héb. Dans une excursion assez récente, j'ai pu y recueillir un fragment d'*Echinoconus* semblable à celui qui a été déterminé *E. gigas*, Cott. à Villagrains.

Le lambeau de Landiras correspondrait donc probablement à la partie supérieure des couches de Villagrains qui, avec lui, constituent la ligne anticlinale parallèle à la chaîne pyrénéenne la plus septentrionale de celles que j'ai décrites (1). Je le rapporte donc au Maestrichtien.



Fig. 2. — L'Aquitanien dans les coteaux de Sainte-Croix-du-Mont.

En quittant cet affleurement et en nous dirigeant vers Chourriou, nous ne tarderons pas à trouver dans les vignes des couches appartenant à l'Aquitanien (fig. 2).

Ce sont des débris de calcaire gris-blanchâtre avec

(1) E. Fallot : Quelques observations sur le Crétacé supérieur dans l'intérieur du bassin de l'Aquitaine, etc., B. S. G. F., 3ᵉ S., t. XX, p. 350.

Planorbes, Limnées et Bythinies, qui semblent recouverts par des couches à Cérites : *Cerithium plicatum*, Brug., *C. submargaritaceum*, A. Br., *C. subclavatulatum*, d'Orb., *C. corrugatum*, Bast., etc. On y rencontre aussi : *Cyrena Brongniarti*, Bast., *Ostrea producta*, Raul. et Delb., etc.

Ces niveaux, dont on ne voit pas le substratum ni les rapports avec le Crétacé, sont assez difficiles à classer. En raison de leur position, je croirais assez volontiers qu'ils représentent une partie, peut-être la fin de l'Aquitanien inférieur, mais je ne saurais être affirmatif sur ce point.

De là à Langon, la route n'offre rien d'intéressant au point de vue géologique. Nous verrons à gauche les ruines assez imposantes du château de Budos (XIIIe siècle), puis plus loin les sources de Fombanne, qui alimentent la ville de Bordeaux. Bientôt l'on traverse le Ciron, dont le lit est creusé dans le Calcaire à Astéries, et, à part une grande exploitation d'argiles quaternaires au lieu dit les Tuileries, on arrive à Langon sans voir d'affleurements.

La ville de Langon est bâtie sur le Calcaire à Astéries que l'on aperçoit sur les berges de la Garonne (rive gauche) et qui est exploité dans des carrières sur la rive droite, à côté de la route de St-Macaire. C'est la partie supérieure de l'assise qui est visible en ce point : elle est remarquable par l'abondance des Bryozoaires et des débris de Mollusques de tous genres qu'elle renferme.

En allant vers Ste-Croix-du-Mont, on ne peut pas bien voir le passage du Tongrien à l'Aquitanien, mais si nous avions le temps d'étudier les coteaux qui sont immédiatement au nord de Langon et de St-Macaire et qui constituent les premiers contreforts de l'Entre-Deux-Mers, nous verrions que le passage se fait par des argiles verdâtres à concrétions calcaires blanches. On les a généralement rangées dans le Tongrien (Tournouër), mais on peut se demander si elles ne se lient pas encore mieux avec l'Aquitanien inférieur.

La région que nous abordons alors est remarquable par la présence d'un synclinal à vaste envergure, qui s'étend de Cadillac à Langon, sur la rive droite de la Garonne. Grâce à la dépression présentée par le Calcaire à Astéries qui formait pour ainsi dire falaise depuis Bordeaux et qui atteint à peine alors le niveau du fleuve, on a, sous Ste-Croix-du-Mont, un

dépôt important de l'étage Aquitanien (assises inférieure et moyenne).

C'est d'abord une série d'argiles verdâtres avec calcaire lacustre à Limnées et Planorbes et intercalations saumâtres (Aquitanien inférieur), puis une série d'assises jaunes calcaréo-sableuses, à laquelle Drouot a donné autrefois le nom de *mollasse coquillière*. Cette série forme l'Aquitanien moyen. A la base on y trouve des bancs à Scutelles et Amphiopes (1), avec *Ostrea producta*, Raul. et Delb., et quelques Turritelles. A la partie supérieure elle présente les bancs d'huîtres, *O. undata*, Lk., si remarquables de Ste-Croix-du-Mont. Dans la propriété Dumeau, ces bancs atteignent une épaisseur d'environ 7 mètres et sont creusés de caves ; on y a même installé une chapelle.

A la partie supérieure, on peut voir un mince banc de calcaire blanchâtre avec *Potamides* et *Dreissensia* ou *Congeria*, que l'on pourrait considérer comme un représentant de l'Aquitanien supérieur, mais les vignes et les formations de recouvrement ne permettent pas de voir ce qui pourrait exister en ce point de la partie supérieure de l'étage (2). Elle ne se voit pas non plus au N. de Ste-Croix. Les lambeaux d'Aquitanien que j'ai décrits dans diverses localités (St-Martial, Mourens, Castelvieil, Gornac, etc., et qui indiquent une extension si imprévue de la mer vers le nord (3), ne présentent que l'Aquitanien inférieur et la base de l'Aquitanien moyen (couches à Scutelles et Amphiopes). Je n'y ai même jamais trouvé les assises à *O. undata*.

En redescendant de Ste-Croix, nous pourrons revoir, s'il n'est pas trop tard, les calcaires lacustres de l'Aquitanien inférieur du côté de Loupiac. Vers Couloumet, ils sont pétris de *Planorbis cornu*, Brong. var. *Mantelli*, Dunker, ou *solidus*, Thomae (4), mais les fossiles y sont moins bons qu'à

(1) Ces espèces, que l'on peut voir mentionnées sous le nom de *Scutella Bonali*, *Amphiope ovalifora*, sont à étudier.

(2) Tournouër (B. S. G. F., 2e S., t. XIX, p. 1054) cite cependant 3 mètres de calcaire lacustre supérieur entre Violle et Ste-Croix.

(3) E. Fallot : Notice relative à une carte géol., etc., p. 20.

(4) D'après M. Degrange-Touzin, la variété *Mantelli*, Dunker, serait cantonnée dans l'Aquitanien inférieur, la var. *solidus* Thomae, presque entièrement confinée dans l'Aquitanien supérieur (Actes Soc. Lin., t. XLV, p. 173).

Villandraut ou Noaillan, où nous pourrons les étudier le lendemain, c'est-à-dire dans la région typique de l'Aquitanien.

Quatrième journée. — **Lundi 6 août**

Villandraut et Le Bazadais

Après avoir passé la nuit à Langon, nous gagnons la vallée du Ciron, un peu au sud du point où nous l'avons quittée en revenant de Landiras, c'est-à-dire à Bommes.

Là nous retrouvons le Calcaire à Astéries qui affleure dans le bas de la vallée, puis au-dessus, dans les coteaux de la rive droite en allant à Leogeats, vers le moulin de Mahourat, nous rencontrons des argiles grises avec *Ostrea producta*, Raul. et Delb., du moins cette huître me semble analogue à celle que l'on désigne, par habitude, sous ce nom, dans divers niveaux de l'Aquitanien. Ces argiles qui ont l'air de passer latéralement aux argiles à concrétions calcaires (passage du Tongrien à l'Aquitanien) sont surmontées par les calcaires lacustres à Planorbes et les couches saumâtres à Cérites et Cyrènes de l'Aquitanien inférieur. Ces dernières couches, qui alternent plus ou moins entre elles, se voient sous l'église de Leogeats, où elles sont surmontées par le calcaire jaune sableux connu généralement sous le nom de *Grès de Bazas* et qui forme toute la charpente du Bazadais. Ce représentant de l'Aquitanien moyen est donc l'équivalent stratigraphique de la *Mollasse coquillière* de Ste-Croix-du-Mont.

Pour mieux voir cette nouvelle formation du *Grès de Bazas*, nous gagnons La Saubotte. Elle affleure dans différents points autour de cette localité, sous la forme de calcaires gréso-sableux avec nombreuses *Ostrea* (*O. aginensis*, Tourn.), des Polypiers et de nombreux moules de Bivalves et de Gastéropodes.

Il est en général très difficile d'étudier la faune du Grès de Bazas. Cependant, au lieu dit Lasserre, près de la Saubotte, j'ai recueilli assez abondamment dans un lit de falun signalé dans la formation (1) :

Conus aquitanicus, May.;
Proto Basteroti, Ben.;
Turritella Desmaresti, Bast.;
» *vasatensis*, Tourn. in coll.;

(1) Voy. Degrange-Touzin : P. V. Soc. Lin., t. XLVI, p. III, et t. XLVII, p. XXXI.

Cerithium fallax, Grat.;
Cerithium (*Potamides*) *submargaritaceum*, A. Br.;
C. (*Potamides*) *plicatum*, Brug.;
Oliva subclavula, d'Orb.;
Corbula carinata, Duj.;
Lucina dentata, Bast.;
Arca cardiiformis, Bast.

De la Saubotte, nous gagnons Noaillan, où affleurent les calcaires d'eau douce de l'Aquitanien inférieur avec *Planorbis cornu*, Brongn. var *Mantelli*, Dunker, *Helix (Coryda) Girondica*, Noulet, *Limnaea subpalustris*, Thomae, etc. (1). Cette assise se voit très bien près de la fontaine qui se trouve sur la rive droite du ruisseau, un peu à l'est de la route, avant d'arriver au bourg.

Nous arrivons ensuite à Villandraut. Là nous pouvons étudier l'Aquitanien sur les deux rives du Ciron.

Sur la rive droite, les escarpements nous montrent les couches fluvio-marines de l'Aquitanien inférieur ; ce sont des alternances de mollasses sableuses à *Cyrena Brongniarti*, Bast. et Cérites, avec de petits bancs ayant de 0 m. 50 à 1 m. de calcaire lacustre à Planorbes.

En face (rive gauche), les couches lacustres sont plus marneuses, et les fossiles y sont d'une très belle conservation. On peut y recueillir : *Helix (Coryda) girondica*, Noulet, *Limnaea Boettgeri*, Degr., *Planorbis cornu*, Brongn. var *Mantelli*, Dunker, *Planorbis declivis*, Al. Braun.

Plus en amont, dans la tranchée du chemin de fer, nous verrons le contact des assises lacustres de l'Aquitanien inférieur sous forme de calcaire gris fétide, avec le grès de Bazas (Aquitanien moyen).

Après une visite aux belles ruines du château bâti à la fin du XIII[e] siècle, par l'archevêque de Bordeaux, qui devait devenir plus tard Clément V, nous reprendrons le chemin de Langon, soit directement, soit en passant par le Nizan. Dans ce dernier cas nous passerons à quelques centaines de mètres du gisement le plus remarquable et le plus riche que nous ayons jamais rencontré dans l'Aquitanien marin, je veux parler de celui du moulin de Gamachot (2).

C'est un niveau argilo-sableux blanchâtre rempli de Poly-

(1) Pour ce qui touche aux faunes lacustres du Bazadais, voir Degrange-Touzin : Actes Soc. Lin., t. XLV.

(2) Voy. Benoist. P. V. Soc. Lin., t. XLIII, p. LXXVI, 1889.

piers qui présentait à la base des *O. undata* et des *Pholadomya*, et plus haut une faune remarquable avec *Turritella Desmaresti*, Bast., *Lucina incrassata*, Dub., *L. columbella*, Lk. var. *minor*. *L. ornata*, var. *minor*, Ag., *Venus aglaurae*, Brong. (en magnifiques exemplaires valvés). *Venericardia Tournouëri*, May., *Arca turonica*, Duj., etc., etc., c'est-à-dire une faune aquitanienne des plus typiques avec apparition de quelques rares formes langhiennes.

Ce gisement, aujourd'hui épuisé, appartient probablement à la base de l'Aquitanien moyen. Il est recouvert par de minces couches saumâtres dans l'épaisseur desquelles se voyait un niveau marneux lacustre avec nombreuses *Hydrobia* (notamment *H. ventrosa*, Montague, d'après M. Degrange).

Plus haut viennent les Mollasses sableuses typiques du Grès de Bazas, qui seraient recouvertes dans cette région par une marne et un calcaire d'apparence lacustre (1).

On peut revoir le Grès de Bazas en allant vers Uzeste. J'y ai rencontré *Melongena Lainei*, Bast., *Lucina incrassata*, Dub., *L. globulosa*, Desh. Il se lie à des couches plus saumâtres (peut-être un peu inférieures) que l'on peut suivre sur la rive droite du ruisseau, dans les champs jusqu'au village. Elles renferment : *Turritella Desmaresti*, Bast., *Cerithium papaveraceum*, Grat., *C. plicatum*, Brug., *C. girondicum*, May., *Cytherea undata*, Bast., *Lucina incrassata*, Dub., etc.

Au delà du Nizan, le Grès de Bazas est particulièrement bien développé et exploité le long du ruisseau de Marquet, depuis le moulin de Picard jusque vers le moulin de Lagarde (2). Il renferme en abondance l'*Ostrea aginensis*, Tourn. et vers le moulin de Lagarde, sous la tour en ruines, de nombreuses Scutelles (*Sc.* cf. *Bonali*, Tourn. in coll.) Il réapparaît avec bancs d'*O. aginensis* à la base, sous le château de Roquetaillade, imposante et magnifique construction admirablement restaurée, dont la partie principale est du commencement du XIV[e] siècle.

De là à Langon il n'y a rien à signaler d'intéressant.

(1) Benoist, loc. cit.

(2) Il est surmonté, à 300 mètres en aval du moulin de Picard, par une marne jaunâtre, peut-être lacustre, représentant probable de l'Aquitanien supérieur que Tournouër a signalé près d'Aubiac et de Nizan, sous la forme d'une sorte de meulière.

CINQUIÈME JOURNÉE

Mardi 7 août

Vallée de Saucats

La vallée de Saucats a été si magistralement décrite par Tournouër (1), puis par M. Linder (2), j'y ai tant de fois insisté moi-même, que je serai très bref dans la notice relative à cette excursion (voir fig. 3).

Nous passerons rapidement à La Brède, en laissant de côté le Calcaire à Astéries qui affleure vers La Prade et les argiles à concrétions qui le recouvrent.

Il en sera de même des argiles à *Neritina Ferussaci*, Recluz, et Cérithes, qui forment l'Aquitanien inférieur et qui apparaissent dans plusieurs points, notamment vers le moulin de Bernachon, au niveau du ruisseau. M. Lartet a signalé à leur base un niveau à *Planorbis cornu*, Brong. ; cette couche lacustre est une exception :

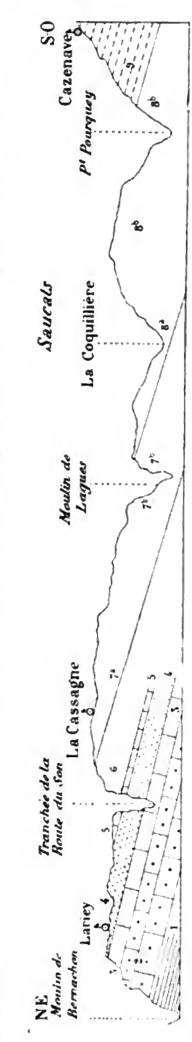
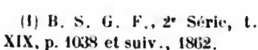


Fig. 3. — Coupe théorique de la Vallée de Saucats (3).

1. Argiles à *Neritina Ferussaci* ...... Aquitanien inf.
2. Roche argilo-sableuse jaune ...... Aquitanien moy.
3. Calcaire lacustre ...... } Aquitanien sup.
4. Falun de Lariey et de la Route du Son . } Aquitanien sup.
5. Calcaire et marne d'eau douce ...... } Aquitanien sup.
6. Falun rosé du Min de l'Église ...... Langhien inf.
7a. Falun jaune de La Cassagne ...... } Langhien moy.
7b. Falun bleu de Lagues ...... } Langhien moy.
8a. Falun blanc-jaunâtre de la Coquillière. } Langhien sup.
8b. id. de Pont Pourquey. } Langhien sup.
9. Falun argileux jaune à *Cardita Jouanneti*. Helvétien.



(1) B. S. G. F., 2e Série, t. XIX, p. 1038 et suiv., 1862.

(2) Actes Soc. Lin., t XXVII, p. 451, 1872.

(3) Dans cette coupe, on a supposé enlevé le Sable des Landes qui recouvre toutes les assises d'un manteau uniforme.

l'Aquitanien inférieur complètement d'eau douce, à l'est (calcaire blanc de l'Agenais), s'intercale de couches saumâtres dans le Bazadais et devient tout-à-fait saumâtre dans le Bordelais.

Il est surmonté à Bernachon par une roche argilo-sableuse jaune que l'on a assimilée au Grès de Bazas (1) et que l'on peut suivre dans le ruisseau jusqu'au moulin de l'Eglise.

Là, dans la tranchée de la route qui mène au Son, sur la rive gauche, une coupe, très nette il y a quelques années, montre au-dessus les trois assises dont on a formé l'Aquitanien supérieur : 1° Un calcaire lacustre grisâtre très dur à *Planorbis cornu*, Brong. var. *solidus*, Thomae ; 2° Une couche de falun jaunâtre où abondent *Cerithium plicatum*, Brug. et *submargaritaceum*, A. Br., accompagnés de quelques formes marines comme *Lucina incrassata*, Dub. et *Cytherea undata*, Bast. : 3° Une couche très mince, marneuse inférieurement, calcaire supérieurement qui renferme les mêmes fossiles d'eau douce que la première, mais plus faciles à détacher et mieux conservés : *Helix* (*Coryda*) *girondica*, Noulet, *Limnaea girondica*, Noulet, *L. Boettgeri*, Degr., *Planorbis cornu*, Brong., var. *solidus*, Thomae. *Pl. declivis*, Al. Braun.

A Lariey, un peu en amont du point précédent, le falun saumâtre, intercalé entre deux couches lacustres dans la tranchée de la route du Son, est remplacé par un falun marin qui débute par un banc à *Mytilus aquitanicus* May. et qui a fourni une faune assez riche dans laquelle nous citerons :

Melongena Lainei, Bast.
Murex Lassaignei, Bast.
Buccinum baccatum, Bast., var. *minor*.
Nassa aquitanica, May.
Trochus Bucklandi, Bast.
Cytherea undata, Bast.
Lucina incrassata, Dub.
Corbula carinata, Duj.
Cardita hippopaea, Bast.
Arca cardiiformis, Bast.

(1) Ces assimilations n'ont qu'une valeur relative et sont difficiles à affirmer, notamment pour cette couche qui est infiniment plus mince que son équivalent présumé du Bazadais.

Ces espèces y sont accompagnées des mêmes Cérites que dans la tranchée de la route du Son.

C'est le niveau type de l'Aquitanien supérieur marin ; il repose sur le calcaire lacustre perforé, dans les cavités duquel on rencontre une espèce particulièrement intéressante, *Ungulina unguiformis*, Bast.

La présence d'un niveau lacustre au-dessus du falun marin ou saumâtre de l'Aquitanien supérieur permet de séparer assez bien, dans la vallée de Saucats, cet étage du Langhien (Burdigalien), tandis qu'en allant vers le N.-O. (Pessac, Mérignac, etc.) et déjà même vers Leognan (château du Thil) cette séparation devient difficile (1).

La base du Langhien (Langhien inférieur) se voit à côté de la tranchée de la route du Son et en amont dans les champs de la rive gauche du ruisseau, sous la forme d'un *falun rosé* ou jaune rougeâtre ; autrefois visible dans les carrières de Giraudeau, il est maintenant difficile à étudier et il doit se lier assez étroitement avec les faluns jaunes que l'on a exploités jadis à Lacassagne et qui contenaient la faune typique du Coquilla à Leognan (Langhien moyen).

Le niveau du Moulin de l'Eglise ou de Giraudeau, ou un niveau très analogue avec quelques différences fauniques, a été exploité, il y a une quinzaine d'années, dans le champ du Peloua sur la rive droite du ruisseau. C'était le gisement le plus remarquable de toute la région du Bordelais. On y trouvait surtout :

Ancillaria, glandiformis, Lk.
Cassis saburon, Lk.
» *Rondeleti*, Bast.
Murex subasperrimus, d'Orb.
Triton nodiferum, Lk.
Persona tortuosa, Borson.
Ranella marginata, Brong.
» *subgranifera*, d'Orb.
Strombus Bonelli, Brong.
Ficula condita, Sism.
Tudicla rusticula, Bast.
Melongena cornuta, Ag.
Proto cathedralis, Blainv.
Turritella terebralis, Lk.
Cerithium salmo, Bast.
Pectunculus cor, Bast.
Pecten burdigalensis, Lk.

etc., etc., soit une faune extraordinairement riche (environ 400 espèces signalées) contenant des formes miocènes de

(1) Voy. surtout à ce sujet, E. Fallot. Notice relative à une carte géol., etc.

niveaux assez supérieurs, mélangées à un fond de types franchement langhiens et, chose curieuse, à de nombreux Cérites aquitaniens non roulés.

Aujourd'hui le gisement est épuisé et il faut se contenter de maigres récoltes à la surface du champ. Un peu plus loin au N.-E., ce niveau sur la classification duquel on pourrait avoir quelques doutes est recouvert par le falun-type de Leognan (Langhien moyen), ce qui détermine bien sa position stratigraphique.

Nous gagnons de là Saucats, où nous avons deux gisements à voir : celui du Moulin de Lagues et celui de Pont Pourquey.

Le premier est dans un falun bleu plus ou moins argileux (7 *b* de la coupe) qui forme la partie supérieure du Langhien moyen. On y trouve :

Vaginella depressa, Daud.
Melongena cornuta, Ag.
Murex subasperrimus, d'Orb.
» *lingua bovis*, Bast.
Ficula condita, Sism.
Fusus burdigalensis, Bast.
Tudicla rusticula, Bast.
Proto cathedralis, Blainv.
Turritella terebralis, Lk.
» *turris*, Bast.
Voluta rarispina, Lk.
Venus islandicoides, Lk.
» *casinoides*, Bast.
Cytherea erycina, Lk.
Cardium burdigalinum, Lk.
» *girondicum*, May.
Pectunculus cor, Lk.
Pecten burdigalensis, Lk.
» *Beudanti*, Bast.
etc., etc.

C'est la même faune que celle de La Cassagne et de Leognan (Le Coquilla), bien qu'elle occupe un niveau un peu supérieur et qu'elle se trouve dans un falun argileux, c'est-à-dire différent au point de vue lithologique. Le même fait se voit à Leognan où un falun argileux bleu succède au falun jaune, type du Coquilla, et renferme les mêmes fossiles que lui.

Nous laisserons de côté la partie inférieure du Langhien supérieur qui est visible à Gieux et à la Coquillière, et nous irons explorer la partie la plus importante de ce sous-étage qui est bien développée à Pont-Pourquey (8 b de la coupe), à quelques cents mètres en amont de Saucats, sur les deux rives du ruisseau.

C'est un falun blanc-jaunâtre sableux, très fossilifère, bien

que renfermant moins d'espèces différentes que celui de Lagues. J'y citerai surtout :

Terebra plicaria, Bast.
» *Basteroti*, Nyst.
Oliva Basteroti, Defr.
Buccinum baccatum, Bast. (grande variété).
Sigaretus aquensis, Recluz.
Cerithium pictum, Bast.
Tellina strigosa, Gmel.
» *bipartita*, Bast.
Donax transversa, Desh.
Lucina ornata, Ag.
» *columbella*, Lk.
Grateloupia triangularis, Bast.
Dosinia Basteroti, Ag.

On a trouvé à Pont-Pourquey quelques espèces d'eau douce, mais elles n'y forment point un véritable horizon ; elles indiquent probablement l'embouchure d'un cours d'eau.

En amont de Pont-Pourquey, vers Cazenave, apparaissent des mollasses argileuses jaunes avec *Cardita Jouanneti*, Desh. et *Pectunculus pilosus*, Lin. Elles appartiennent à l'Helvétien qui est mieux développé un peu plus loin à la Sime. Mais qu'il vaut mieux étudier dans les environs de Salles, où il est très fossilifère (voir plus loin) et plus facile à explorer. Du reste l'excursion de Saucats est trop longue pour que l'on puisse dans la même journée visiter avec fruit tous les niveaux.

Sixième journée. — **Mercredi 8 août**

Sarcignan. — Leognan

Notre premier arrêt, entre Bordeaux et Leognan, sera consacré à l'affleurement de Calcaires à Astéries qui est situé entre Madère et Sarcignan. Le calcaire exploité là dans sa forme typique renferme quelques Echinides, tels que *Scutella striatula*, M. de Serres et *Echinolampas Blainvillei*, Ag. A sa partie supérieure il présente un niveau argileux blanchâtre contenant une petite faune de mollusques bien conservés avec le test (1). J'y citerai :

Cerithium submelanoïdes, Mich.
» *pullum*, May.
» *rissoinoides*, May.
Diastoma Grateloupi, d'Orb.
Turbo multicarinatus, Grat.
Delphinula scobina, Grat.

(1) Voy. surtout G. Fallot. Contribution à l'étude de l'étage tongrien, etc., p. 34.

Cardita Basteroti. Desh.
Lucina columbella, Lk.
(petite variété).
Pectunculus angusticostatus, Lk.
Arca clathrata. Bast.
» *barbata*, Lin.
Pecten Billaudeli, Des M..
etc.

Après avoir quitté Sarcignan, nous gagnerons Leognan.

L'Aquitanien affleure le long du ruisseau de l'Eau Blanche qui traverse la commune, comme il affleure le long du ruisseau de Saucats. Vers le quartier des Sables notamment, on voit que ses berges sont formées de marnes bleues à *Neritina Ferussaci*. Recluz, *Cerithium calculosum*, Bast., *Lucina globulosa*, Desh., etc. Plus haut dans les champs, se voit un falun à Cérites difficile à étudier et à classer, représentant peut-être le reste de l'Aquitanien ou tout au moins l'Aquitanien moyen. Nous ne pourrons pas voir là le contact de l'Aquitanien et du Miocène.

Dans divers points aux environs du bourg de Leognan, on exploitait jadis une mollasse jaune brunâtre, la *mollasse ossifère* de Delbos, qui forme la base du Miocène (Langhien inférieur) et qui, par conséquent, occupe le même niveau que les faluns de Giraudeau et du Peloua, dans la vallée de Saucats (1).

On exploite encore cette mollasse dans des carrières situées le long du ruisseau en amont du bourg ; elle est caractérisée par *Scutella sabrotunda*, Lk., *Echinolampas Laurillardi*, Ag. et *E. hemisphæricus*. Ag. On y a trouvé de nombreux débris de vertébrés, *Squalodon Grateloupi*. P. Gerv., *Zeuglodon vasconum*. Delf., *Plotornis Delfortrici*, A. Edw., etc., et on y rencontre encore de nombreuses dents de Poissons appartenant aux genres *Lamna*, *Oxyrhina*, *Myliobates*, et au *Carcharodon megalodon*, Ag.

En allant vers le Coquilla on voit reposer sur la mollasse des assises un peu différentes.

C'est un falun plus ou moins agglutiné, d'abord avec des moules internes de coquilles, puis avec les coquilles elles-mêmes remarquablement conservées.

(1) Il y a à Leognan quelques niveaux faluniens du même âge : ceux du château d'Olivier et de la propriété Thibaudeau, où l'on pouvait recueillir il y a quelques années des espèces très typiques du Langhien inférieur de la région, comme *Ancillaria glandiformis*, Lk., *Rostellaria dentata*, Grat., *Cerithium salmo*, Bast., *Cytherea Lamarcki*, Ag., etc.

Ce niveau du Coquilla que l'on peut voir en place dans une sorte d'abrupt sur la rive droite du ruisseau, un peu en amont de l'ancien moulin, était jadis exploité sur la rive gauche, dans le bois. C'est là qu'il a fourni la riche faune du *falun-type* de Leognan dont on voit des représentants dans toutes les collections du monde.

Il est maintenant difficile à fouiller, mais on trouve encore abondamment dans le champ qui se trouve un peu au S.-O. du moulin les espèces les plus typiques de la faune. Elle est caractérisée par :

Vaginella depressa, Daud.
Buccinum Veneris, Fauj.
Melongena cornuta, Ag.
Ficula condita, Sism.
Fusus burdigalensis, Bast.
Tudicla rusticula, Bast.
Cancellaria acutangula Fauj.
Xenophora Deshayesi, Micht.
Turritella terebralis, Lk.
Turritella turris, Bast.
Proto cathedralis, Blainv.
Voluta rarispina, Lk.
Venus islandicoides, Lk.
— *casinoides*, Bast.
Cytherea erycina. Lk.
Cardium burdigalinum, Lk.
Pectunculus cor, Lk.
Pecten burdigalensis, Lk.

C'est la même faune que celle de la Cassagne (vallée de Saucats). C'est la même aussi que celle du falun bleu du moulin de Lagues. Ce dernier niveau se retrouve aussi plus loin dans le bois de Leognan au-dessus du falun jaune du Coquilla, dans les mêmes conditions stratigraphiques que son homologue du ruisseau de Saucats.

Pour voir le Langhien supérieur, il faudrait se rendre à Cestas, où se présente un niveau analogue à celui de Pont-Pourquey. Mais la distance est trop grande pour aller jusque là et il vaudra mieux regagner Bordeaux en passant par le château du Thil, si nous avons le temps.

J'ai décrit là (1), dans les fossés d'assainissement qu'on a creusés dans la forêt, à quelques centaines de mètres au S.-O. du château, et qui, malheureusement, ne laissent presque plus rien voir à l'heure qu'il est, une faune langhienne inférieure avec *Cerithium salmo*, Bast., *Ancillaria glandi-*

(1) E. Fallot. Notice relative à une carte géol. des env. de Bordeaux, p. 27 et 35.

formis Lk., *Cardium Grateloupi*, May. (espèces du Peloua) et des espèces typiques du Coquilla, se liant intimement avec des assises à forme aquitanienne (Aquitanien supérieur). Ces dernières renfermaient surtout les principaux Cérites de l'étage, et en même temps *Buccinum baccatum*, var. *minor*, Bast., *Nassa aquitanica*, May., *Turritella Desmaresti*, Bast., *Trochus Bucklandi*, Bast., *Lucina incrassata*, Dub., etc.

Ainsi là, comme aussi à Martillac, on pouvait voir en quelque sorte le passage de l'Aquitanien supérieur au Miocène, grâce à l'absence du calcaire d'eau douce qui les sépare dans la tranchée de la route du Son (vallée de Saucats).

Septième journée. — Jeudi 9 août

Salles.

Sauf une tranchée au sortir de la gare de Bordeaux, dans laquelle on peut apercevoir le calcaire à Astéries, la ligne du chemin de fer ne nous présente plus que le sable des Landes jusqu'au point de destination.

Salles est bâtie sur la rive droite de la Leyre, au niveau d'un affleurement — très considérable pour la région — des assises helvétiennes.

En effet, à gauche du pont, sur la rive droite, en allant vers le château, on ne tarde pas à rencontrer une grande carrière depuis longtemps en exploitation dans ce que l'on appelle la *Mollasse de Salles*. Cette mollasse est un calcaire coquillier formé de débris de coquilles, en partie décalcifiées, agglutinées les unes aux autres presque sans intermédiaire d'aucun ciment; quelquefois cependant elle présente des grains de silice irréguliers assez grossiers.

La Mollasse de Salles est caractérisée surtout par la *Cardita Jouanneti*, qui y est de grande taille et le plus souvent à l'état d'empreintes. Les fossiles y sont du reste méconnaissables, par conséquent indéterminables. Seules, quelques dents de Poissons méritent d'en être rapportées. Elles appartiennent aux genres *Carcharodon*, *Oxyrhina*, *Lamna*.

Les couches de la Mollasse qui présentent une stratification oblique assez singulière sont surmontées de sables jaunes : elles semblent s'appuyer sur une assise sableuse grisâtre que

l'on voit à l'est du château et qui est remplie de *Pecten* (*P. sallomacensis*, May.).

De grandes carrières de Mollasse existent également de l'autre côté de la Leyre, immédiatement après le pont, à gauche de la route de Caudos. Les couches s'y présentent à peu près dans les mêmes conditions que dans la carrière du château. Quelques lits plus sableux, soit à la partie inférieure, soit à la partie supérieure, présentent des fossiles avec le test. Ce sont les espèces des *faluns de Salles* (type des faluns helvétiens).

Ces faluns présentent, à ma connaissance, trois gisements principaux :

1° au voisinage du moulin de Minoy ;
2° au lieu dit Largileyre ;
3° au voisinage du moulin de Debat.

Le premier gisement, qui ne vaut guère la peine d'être visité, se rencontre dans les affleurements qui se trouvent à droite et à gauche du ruisseau de Minoy, à un kilomètre au S. de Salles, vers l'emplacement de l'ancien moulin du même nom. C'est une assise sableuse jaunâtre remplie de coquilles. On y trouve les espèces les plus typiques de l'Helvétien : *Cardita Jouanneti*, Bast., *Venus plicata*, Gmel., *Arca helvetica*, May. *Pectunculus pilosus*, Lin., *Trochopora conica*, d'Orb., etc.

Le gisement de Largileyre est situé dans le bourg de Salles même. Il a été exploité avec persévérance il y a une vingtaine d'années par un grand nombre de collectionneurs et paraît très épuisé à l'heure actuelle, ce dont il est assez difficile de se rendre compte d'une façon absolue, puisqu'on est obligé de l'exploiter, par fouilles pratiquées en sous-sol dans les vignes. A ce moment là il a fourni, d'après M. Benoist (1) plus de deux cent trente espèces différentes. Le troisième gisement fait partie d'un affleurement qui se voit le long du ruisseau de Lassieu, à 2 kilomètres au N. du bourg. Il apparaît sous la forme de sables ferrugineux très fossilifères à droite et à gauche de la route de Facture, surtout après le pont, et il est très facilement exploitable. Il en est de même près du moulin de Debat, à quelques centaines de mètres en amont. C'est là que nous irons l'étudier. Dans un petit chemin creux sur la

(1) Actes Soc. Lin. de Bordeaux, t. XXXII, p. LXXXIV et suiv. 1878.

rive gauche du ruisseau, comme aussi dans un petit ravin sur la rive droite, on peut faire d'abondantes récoltes des principaux fossiles de l'Helvétien. J'y citerai :

Conus Puschi, Micht.
Genota ramosa, Bast.
Clavatula asperulata, Lk.
» *gothica*, May.
Dolichotoma cataphracta, Broc.
Cancellaria cancellata, Lin.
Voluta Lamberti, Sow.
Cassis saburon, Lk.
Ficula sallomacensis, May.
Xenophora infundibulum, Broc.
Natica Josephinia, Risso.
Lucina borealis, Lin.
Panopaea Menardi, Desh.
Lutraria elliptica, Roiss.
Venus umbonaria, Lk.
Cytherea pedemontana, Ag.
Cardita Jouanneti, Bast.
Arca helvetica, May.
Pecten solarium, Lk.
Trochopora conica, d'Orb.

Il n'est guère possible d'établir de divisions stratigraphiques rigoureuses dans l'ensemble des couches helvétiennes de Salles. Il est probable que tous ces affleurements sont à peu près du même âge et que la Mollasse de Salles n'est qu'un faciès latéral d'une partie de ces faluns.

Nous ne voyons pas non plus sur quoi ils reposent. Ils sont probablement un peu supérieurs à la Mollasse de Martignas, où apparaît la *Cardita Jouanneti*, et font partie du grand ensemble de Mollasses et de faluns qui s'étendent sous le Sable des Landes depuis la partie supérieure du ruisseau de Saucats et des environs de Saint-Symphorien (Gironde) jusque vers Orthez et Salies de Béarn (Basses-Pyrénées). Dans le sud du bassin de l'Aquitaine seulement on trouve des assises tertiaires postérieures à celles-ci ; ce sont les faluns tortoniens de Saubrigues.

En quittant Salles, les Congressistes pourront regagner directement Bordeaux ou se rendre à Arcachon, dont les belles dunes anciennes et modernes présentent un intérêt qu'ont su mettre en lumière les travaux récents de M. Durègne (1).

Le tableau suivant résumera l'ordre et la succession des assises géologiques visitées ou décrites dans cette notice.

(1) Voy. surtout C. R. Ac. Sc. (22 déc. 1890 et 10 mai 1897) et Bull. Soc. géogr. commerciale de Bordeaux, 5 avril 1897).

TABLEAU

indiquant la succession des assises géologiques visitées ou décrites dans cette notice.

<table>
<tr><td colspan="4" rowspan="3">FORMATIONS de RECOUVREMENT</td><td colspan="3">Alluvions récentes.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Alluvions anciennes.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Dépôt superficiel de l'Entre Deux Mers et Sable des Landes.</td></tr>
<tr><td rowspan="13">TERRAINS TERTIAIRES</td><td rowspan="4">MIOCÈNE</td><td colspan="2">Helvétien ..</td><td colspan="3">Faluns de Cazenave et de la Sime. — Couches de Salles.
Mollasse de Martignas.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Langhien (Burdigalien)</td><td>sup.</td><td>Faluns blanc jaunâtre de Saucats.</td><td colspan="2">b. Pont-Pourquey.
a. La Coquillière.</td></tr>
<tr><td>moy.</td><td>Faluns-types de Leognan.</td><td colspan="2">b. Falun bleu de Lagues et du bois de Leognan.
a. Falun jaune de la Cassagne et du Coquilla.</td></tr>
<tr><td>inf.</td><td colspan="2">Faluns de Giraudeau, du Peloua et Faluns inférieurs de Leognan (Thibaudeau, Ch^{eau} du Thil sup^{r}).</td><td>Mollasse ossifère de Leognan.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">OLIGOCÈNE</td><td rowspan="3">Aquitanien ..</td><td>sup.</td><td>Plaquettes à Dreissensia de Sainte-Croix-du-Mont.</td><td>Calc. lacustre sup. de la route du Son.
Faluns de Lariey, etc.
Calc. lacustre inférieur de la route de Son.</td><td>Faluns de Martillac et du Thil inférieur (pro parte).</td></tr>
<tr><td>moy.</td><td>Mollasse coquillière de Ste-Croix-du-Mont et de l'Entre Deux Mers. — Grès de Bazas</td><td colspan="2">Roche argilo-sableuse jaune de la vallée de Saucats et faluns jaunes à Cérithes de Leognan, Martillac, etc.</td></tr>
<tr><td>inf.</td><td>Calc d'eau douce inf. de Ste-Croix-du-Mont et de l'Entre Deux Mers.— Couches lacustres et saumâtres du Bazadais.</td><td colspan="2">Argiles bleues à Neritina Ferussaci des vallées du Bordelais.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Tongrien ....</td><td></td><td colspan="3">Argiles à concrétions calcaires.</td></tr>
<tr><td>Stampien</td><td colspan="3">Calcaire à Astéries.
Argiles à Ostrea longirostris et girondica. — Argiles à Milioles.</td></tr>
<tr><td>Sannoisien ou Infra-Tongrien</td><td colspan="3">Calcaire lacustre de Castillon.
Mollasse du Fronsadais.
Argiles infra-mollassiques et Couches à Anomies du Blayais et de la vallée de la Dordogne.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">ÉOCÈNE</td><td colspan="5">Priabonien. — Calcaire à Sismondia occitana (dit de St-Estèphe).</td></tr>
<tr><td colspan="2">Bartonien ..</td><td colspan="3">Calcaire lacustre de Plassac.
Argiles à Ostrea cucullaris.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Lutétien ....</td><td colspan="3">Calcaire grossier supérieur de Blaye.
Calcaire grossier inférieur de Blaye.
Couches à Nummulites.</td></tr>
<tr><td>Terrains secondres</td><td>CRÉTACÉ</td><td colspan="5">Maëstrichtien. — Calcaire à Orbitoïdes de Landiras.</td></tr>
</table>

N° II[b]

DEUXIÈME PARTIE

TOURAINE

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. Gustave F. DOLLFUS

I

Aperçu général.

Définition. — On donne le nom général de *Faluns* à des dépôts de sables plus ou moins grossiers, calcareux, marins, fossilifères, qui se rencontrent en lambeaux, très morcelés, dans la région du bassin de la Loire en aval d'Orléans et dont quelques témoins isolés se retrouvent en Bretagne et dans le Cotentin.

Composition. — Le *Falun*, d'après la définition donnée il y longtemps déjà par A. Duvau, sert à *faluner*, c'est-à-dire à diviser, à marner, à amender les terres argileuses trop fortes. C'est, au point de vue fondamental, un sable quartzeux, auquel vient se mêler une proportion plus ou moins considérable de grains calcaires. Les grains de quartz, laiteux ou hyalins, d'origine granitique, sont émoussés sans être complètement roulés, ils sont accompagnés de grains de feldspath rose ou blanc, de mica, et de débris plus fins de couleur noire attribuables à l'amphibole, à la tourmaline, au fer, etc. Les grains calcaires sont le plus souvent d'origine organique, ils proviennent de la fragmentation du test de coquilles de mollusques, de colonies de Bryozoaires et de polypiers ; plus

rarement ces débris calcaires sont attribuables au ravinement de la craie, ou à celui de dépôts de calcaire lacustre parfois sous-jacent.

On y rencontre enfin, surtout à la base, des galets et blocs de nature variée, généralement empruntés au sous-sol ; silex crétacés, calcaire de Beauce, quarzites primaires, schistes anciens. Plus haut, dans l'épaisseur du dépôt, les éléments diminuent de volume, les matériaux demi-fins ou fins se stratifient en présentant souvent des lits obliques, inclinés en divers sens et la formation prend tous les caractères offerts par les dépôts marins actuels accumulés par des courants sous-marins littoraux, rapides. Cette stratification manque rarement, même dans les dépôts supérieurs les plus fins qui s'agglomèrent en tablettes, un examen attentif permet de la constater. Le ciment calcaire qui a consolidé les plaquettes paraît tirer son origine d'infiltrations anciennes dues à la migration de la chaux dans l'épaisseur même du dépôt ; la dissolution des couches supérieures ayant pu solidifier les couches plus basses.

Usages. — Dans les régions où la chaux manque, le falun est recherché pour l'amendement du sol et il produit son meilleur effet dans les terres fortes de schistes ardoisiers pourris et dans l'Argile à silex. Ailleurs il est recherché comme sable pour la construction ou pour les jardins. Enfin, dans les régions où il est aggloméré en tablettes, il fournit une pierre de construction, légère mais médiocre, utile pour les murs de jardins, les maisons rurales, l'entretien des chemins ; dans ces dernières régions, le nom de « falun » n'est guère connu, on désigne la formation sous le nom de *Pierre de Croit* ou *Pierre de Croix* et les carrières sont connues sous le nom de *Croizières*.

Historique. — Les sables calcareux faluniens sont connus depuis longtemps. Bernard de Palissy en a déjà parlé. Au milieu du dernier siècle, les coquilles fossiles qu'on y rencontre étaient connues des naturalistes et les de Favannes, les d'Argenville en ont figuré des spécimens.

Auguste Duvau, en 1825, décrivit les dépôts faluniens de Manthelan, de Savigné en Indre-et-Loire, en les rapprochant des dépôts analogues qu'il avait visités près de Dinan, à Tréfumel, à Saint-Juvat, au Quiou. Mais la position géognos-

tique précise des faluns de la Touraine n'a été indiquée qu'en 1829, par J. Desnoyers, dans un mémoire resté classique. Il a montré que les faluns étaient au-dessus du Calcaire de Beauce et que comme ce Calcaire était le terme supérieur de la série géologique du bassin de Paris, les faluns occupaient un horizon stratigraphique supérieur à toutes les couches parisiennes. Il a démontré en outre que les faluns de la Touraine appartenaient au même âge que certains faluns de Bordeaux, et devraient être placés en parallèle avec la vaste formation du bassin méditerranéen connu sous le nom de Mollasse, étendue en Espagne, dans le Midi de la France, en Suisse, en Autriche, en Italie, etc.

Il manqua à Desnoyers d'avoir trouvé un nom heureux pour le vaste terrain qu'il délimitait en premier ; car le terme de quaternaire qu'il avait finalement suggéré ne pouvait recevoir l'approbation de ses confrères, comme attribuable seulement à des couches bien plus récentes.

Il va sans dire que Desnoyers confondait avec les faluns toutes les formations supérieures à celles du bassin de Paris jusqu'aux plus modernes, les couches pliocènes d'Italie, le Crag du Cotentin, celui d'Angleterre y étaient contenus.

Mais la voie était ouverte et Lyell s'y engagea résolument ; il eut la bonne fortune de rencontrer Deshayes, conchyliologue habile, débutant dans la paléontologie tertiaire et, à eux deux ils posèrent les bases de la classification des terrains tertiaires par la création des périodes : Eocène, Miocène, Pliocène, établies d'après la proportion relative plus ou moins grande des coquilles qu'on y rencontre et qui étaient reconnues communes avec la faune actuelle. Les faluns de la Loire devinrent le type du Miocène ; la liste donnée par Deshayes, en 1833, à la fin du Tome III de la 1re édition des Principes de Géologie de Lyell, est la base de nos connaissances et le plus ancien document sur cette faune typique.

Quelques années plus tard, en 1837, Dujardin, aidé des conseils de Deshayes, a donné dans sa description géologique du sol de la Touraine, une liste refaite, soignée, très précise pour l'époque, dans laquelle il a décrit toutes les coquilles recueillies dans le Miocène de la Touraine.

La science a vécu depuis soixante ans sur ces données auxquelles sont venues s'adjoindre des notes éparses de

divers commentateurs, quelques descriptions d'espèces nouvelles, mais on peut dire qu'au point de vue paléontologique cette belle faune, après avoir été une des premières connues, est restée complètement en retard et que c'est à l'étranger, dans les grands ouvrages de Hoernes, de Bellardi, de Sacco, de Wood qu'il faut aller puiser pour tenter la détermination précise de nos coquilles. L'Éocène du bassin de Paris était repris en entier trois fois pendant que l'œuvre non moins utile et attrayante de Dujardin restait unique.

Nous-même, avec l'aide de M. Ph. Dautzenberg, nous avons publié, en 1886, une liste préliminaire des coquilles fossiles de la Touraine, mais nous ne l'avons considérée que comme une pierre d'attente pour une description nouvelle générale et complète ; c'est une œuvre de longue haleine devenue aujourd'hui singulièrement touffue et épineuse.

Classification. — Les géologues se sont souvent demandé si tous les lambeaux de faluns appartenaient au même âge ? Cette opinion n'avait pas fait de doute à l'origine, mais Tournouer ayant eu l'occasion d'examiner des collections faites dans des localités différentes émit l'idée, non sans réserves, que les faluns de l'Anjou étaient plus récents que ceux du Blaisois et de la Touraine. Ces réserves étaient basées sur l'idée que peut-être les faunes observées avaient été déposées dans des conditions physiques très différentes et que la même mer pouvait nourrir à la même époque des animaux bien différents, suivant la nature de son fond. L'abbé Bardin, en 1883, a repris l'idée d'une subdivision possible des faluns sur des données paléontologiques mieux fondées. Il avait observé que la faune de Genneteil (en Maine-et-Loire) était tout à fait semblable à celle de Manthelan et de Pontlevoy en Touraine, à celle de Léognan-Saucats et de Grund, et qu'elle différait sensiblement de la faune de St-Clément-de-la-Place (Maine-et-Loire), plus voisine de Salles dans le Bordelais, de Steinbrunn et de Gainfahren en Autriche, constituant un horizon supérieur distinct du précédent. Ces vues sont fort intéressantes, malheureusement les listes données par Bardin, à leur appui, n'avaient pas la valeur qu'il leur attribuait, et les espèces citées étaient pour la plupart signalées comme ayant vécu depuis les faluns de la Touraine jusque dans les mers actuelles. Nous verrons dans les conclusions d'un autre travail

la classification qu'il est nécessaire d'établir après avoir examiné la faune des diverses localités et les horizons dans lesquels il faut placer chacune d'elles. Qu'il nous suffise de dire maintenant que toutes les localités fossilifères existant en Touraine appartiennent au même horizon et que les listes que nous donnons plus loin en fournissent une démonstration complète.

II

Description des Gisements.

HUITIÈME ET NEUVIÈME JOURNÉES

Loir-et-Cher. — Rive gauche de la Loire.

Indre-et-Loire. — Rive gauche de la Loire.
Pontlevoy ; Thenay ; Contres ; Soings ; Sambin.

DIXIÈME ET ONZIÈME JOURNÉES

A. Manthelan ; Le Louroux ; Louans ; Bosséé ; Sainte-Maure ; Sainte-Catherine de Fierbois. — B. Paulmy ; Ferrière l'Arçon.

NEUVIÈME ET DIXIÈME JOURNÉES. — **Samedi 11 et Dimanche 12 août.**

Gisements dans le département de Loir-et-Cher.

Pontlevoy

Le bourg de Pontlevoy est situé sur un vaste plateau un peu déprimé au centre, adossé au Sud à un vaste anticlinal couvert de forêts, qui borde sur une quarantaine de kilomètres la rive droite du Cher. Cette ride crétacée, qui donne au pays sa physionomie, vient d'Amboise, se poursuit au-dessus de Montrichard (altitude 131 m.), au Nord de Bourrée (Bois-Royal 128 m.), passe à Monthon-sur-Cher, Saint-Romain, Seelles-sur-Cher, gagnant Graçay, localité connue par sa boutonnière de Portlandien.

L'argile à silex pointe de toutes parts au Sud de Pontlevoy,

sous un revêtement inégal de calcaire lacustre blanc qui appartient au calcaire de Beauce. C'est seulement au-dessus de ce calcaire lacustre que des amas de sables faluniens, quartzeux, mêlés de grains calcaires, apparaissent en lambeaux discontinus.

A Pontlevoy même, le falun forme une bande Ouest-Est qui commence au nord du bourg et se continue vers Thenay et Choussy. La sablière du bourg, la plus célèbre et qui est celle qui a fourni les fossiles les plus nombreux et les mieux conservés, est la sablière Billard, elle est peu profonde, n'ayant pas plus de 3 à 4 mètres et généralement inondée, irrégulièrement exploitée ou rebouchée. L'altitude est de 100 mètres, le contact inférieur est invisible. On peut visiter à Pontlevoy la collection du collège, formée à l'origine par l'abbé Bourgeois, soignée ensuite par l'abbé Delaunay et qui se trouve actuellement un peu en désordre. La collection des ossements des vertébrés recueillis soit dans les sables de l'Orléanais, soit à la base des Faluns, est surtout importante, M. de Vibraye a contribué beaucoup à l'entretenir ; il y reste de nombreux matériaux à examiner. La figure 1 donnera une idée générale de la disposition des couches.

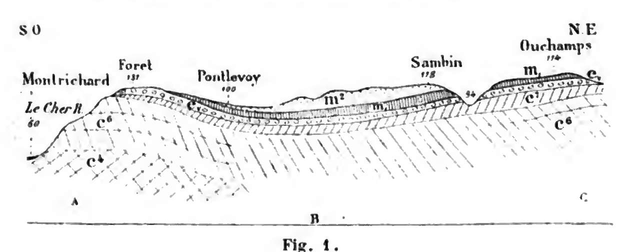


Fig. 1.

m^2, faluns ; m_1, calcaire de Beauce ; e_v, argile à silex ; c^7, craie sénonienne ; c^6, craie turonienne ; c^4, craie cénomanienne ; A, anticlinal de Montrichard ; B, synclinal de Pontlevoy ; C, anticlinal secondaire des Montils.

Je n'ai qu'un mot à dire sur le gisement du domaine des Bordes, à trois kilomètres à l'ouest de Pontlevoy, c'est un mamelon falunien dans lequel est ouverte une vaste sablière au sud de la grande route de Chaumont-sur-Loire. On y voit un sable très calcareux, irrégulièrement endurci,

rempli de débris de coquilles et de Bryozoaires, à stratification souvent entrecroisée, le substratum n'est pas visible, l'épaisseur exploitée est de 7 mètres, l'altitude entre 108 et 116 mètres, on voit au sommet des sables granitiques rouges fort analogues aux sables de la Sologne, mais à grains moins gros et qui ne sont qu'un produit d'altération de la masse falunienne inférieure. Voici la faune de cette localité qui se rapproche étroitement de celle de Savigné dans l'ouest.

Faune des Bordes, près Pontlevoy

Pecten subarcuatus.	Cellepora palmata.
» scabrellus.	Hornera striata.
» multistriatus.	Idmonea disticha.
Ostrea crassissima.	Retepora cellulosa.
» saccellus.	Pustulopora sparsa.
Cellaria fistulosa.	Escharellina monilifera.

Dans la plaine, entre Pontlevoy et Thenay, diverses exploitations, dont l'emplacement est temporaire et où l'on utilise le calcaire de Beauce et le sable falunien, nous ont permis de relever les coupes suivantes qui varient beaucoup dans leurs détails (Figure 2) :

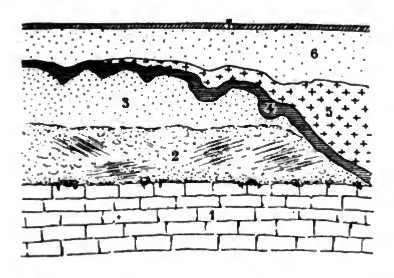


Fig. 2. — Coupe à Pontlevoy (à 1500 mètres au N.-E.)

7.	Terre végétale.	0.10
6.	Limon brunâtre.	1 mètre
5.	Sable granitique rougeâtre, limoneux, disposé en poches.	0.05 à 3.00
4.	Argile rouge en cordon ondulé.	0.10
3.	Sable quartzeux, un peu calcaire, demi-fin, en lits obliques, passant au suivant, quelques fossiles	2.50 à 3.00
2.	Sable grossier avec galets et Ostrea	0.50
1.	Calcaire blanc, fistuleux, très dur, corrodé et perforé au sommet (calcaire de Beauce), visible sur.	2 00

Autre coupe à Pontlevoy (route de Thenay)

9.	Terre végétale et limon brun foncé	1.10
8.	Sable calcareux, plus ou moins endurci en plaquettes et formant un calcaire grossier, jaune, grenu, plus ou moins fossilifère	1.00
7.	Sable argileux, grisâtre, avec *Ostrea crassissima*	0.40
6.	Sable grossier, gris, granitique, en couches obliques	0.45
5.	Sable granitique rougeâtre	0.25
4.	Sable grossier gris, en lits obliques, à poupées argilo-calcaires	0.50
3.	Sable argileux, gris, mouillé, sans fossiles	0.10
2.	Sable gris, fin, passant au suivant	0.55
1.	Sable gris, grossier, pur, sec, sans fossiles	

Le contact avec le Calcaire de Beauce n'est pas visible ; le sable gris, non calcareux, du bas de la coupe, qui est sans fossiles, peut être rapproché des sables de la Sologne ; le lit rougeâtre nº 5 est un lit altéré par des infiltrations d'eau latérales, par une circulation profonde arrêtée par le lit argileux nº 4. — A cinq cents mètres à l'est, à la limite de la commune de Thenay, une grande exploitation nous a donné la coupe suivante (Figure 3) :

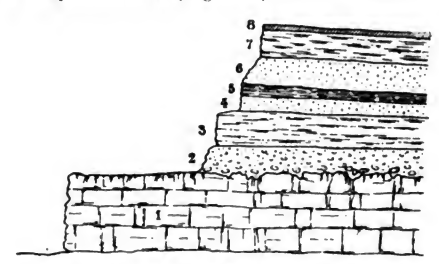


Fig. 3. — Coupe à Pontlevoy (route de Thenay).

8.	Terre végétale	0.10
7.	Argile verte avec poupées calcaires	0.40
6.	Sable calcareux, jaune, fossilifère	0.60
5.	Argile verte et blanche avec poupées	0.20
4.	Sable calcareux, jaune à *Ostrea crassissima*	0.15
3.	Argile verte avec panachures blanches	0.40
2	Sable calcareux, fin, avec cailloux à la base, nombreux fossiles, débris roulés	0.35
1.	Calcaire de Beauce, dur, perforé au sommet par des lithophages ; bonne pierre d'appareil, largement exploitée, base invisible, niveau d'eau	3.00

Nous considérons les niveaux argileux, verdâtres, comme des points d'arrêt d'anciens niveaux d'infiltration, dans

lesquels les sels des eaux calcaires ont été précipités et agglutinés en poupées. On trouve principalement les fossiles suivants :

Gastrana fragilis.
Cardita trapezia.
Arca turonica.
Pectunculus Deshayesi.
Pecten multistriatus.
Cerithium papaveraceum.
Protoma proto.
Ancilla obtusa.
Fissurella italica.
Mitra olivaeformis.

Faune de Pontlevoy

Dans leur ensemble, la faune des divers gisements du territoire de Pontlevoy est la suivante.

Conus Dujardini.
» Sharpei.
Genotia ramosa.
Clavatula asperulata.
» denticulata.
Surcula Euphrosinæ.
Drilla Brocchii.
» incrassata.
Mangilia clathrata.
Oliva clavula.
Ancilla obsoleta.
Mitra fusiformis.
» tenuistriata.
» pupa.
Fusus rostratus.
Fasciolaria nodifera.
Murex Bourgeoisi.
» Dujardini.
» Ligerianus.
» suboblongus.
» cyclopterus.
» scalaroides.
» typhoides.
» tenellus.
» Edwardsi.
Typhis horridus.
» tetrapterus.
Engina exculpta.
Triton alatus.
Ovula spelta.
» subcarnea.
Cypraea pontileviensis.
» Saccoi.
Trivia affinis.
» Michelotti.
» sphœriculata.
Erato cyprœola.
Cyllene Desnoyersi.
Dorsanum galliculum.
Nassa Dujardini.
» intexta.
» limatula.
» blesense.
» Caroli.
Euthria marginata.
Colombella turonica.
» fallax.
» Degrangei.
» Hoernesi.
Cerithium turonicum.
» lignitarum.
» bidentatum.
» papaveraceum.
» pictum.
» Puymoriæ.
» Bronni.
Bittium reticulatum.
Triforis perversus.
Natica millepunctata.
» neglecta.
» catena.
» Josephinia.
Nerita Plutonis.
» Morio.
Turritella triplicata.
» subangulata.

Turritella Archimedis.
Protoma proto.
Siliquaria senegalensis.
Vermetus intortus.
» arenarius.
Mathilda Semperi.
Scalaria mirabilis.
Melania Escheri.
Rissoina decussata.
Rissoa curta.
» Venus
» Mariæ.
Amnicola Turonensis.
Auricula oblonga.
Cassidula umbilicata.
Leuconia Tournoueri.
Helix asperula.
» extincta
Zonites umbilicalis.
Pyramidella unisulcata.
Eulima lactea.
Menestho costellatus.
Ringicula Bourgeoisi.
» pontileviensis.
Circulus planorbillus.
Phasianella pullus.
Trochus miliaris.
» millegranus.
» patulus.
» miocœnicus.
» pseudo-conuloides.
» Deshayesi.
Clanculus baccatus.
Calyptra sinensis.
Crepidula cochlearis.
» gibbosa.
Amathina sulcosa.
Emarginula fissura.
Fissurella italica.
» mitis.
» grœca.
Dentalium badense.
» Michelotti.
Pholas Dujardini.
Barnea palmula.
Aspidopholas Fayollesi.
Ensis Rollei.
Corbula carinata.
» revoluta.
Corbulomya turonensis.
Eastonia crassidens.
Mactra turonensis.
» subtruncata.
Ervilia pusilla.
Gastrana fragilis.
Psammobia affinis.
Tellina donacina.
» lacunosa.
» crassa.
Donax laevissimus.
Venus versatilis.
» rudis.
» cothurnix.
» casina.
» Dujardini.
Dosinia lupinus.
» exoleta.
Lucina Dujardini.
» spinifera.
» ornata.
» columbella.
» Agassizi.
Digitaria Burdigalensis.
Kellyia suborbicularis.
Crassatella concentrica.
Astarte scalaris.
Cardita calyculata.
» crassa.
» trapezia.
» affinis.
» monilifera.
Carditella nuculina.
» exigua.
Chama gryphoides.
» gryphina.
Cardium turonicum.
» Andreæ.
» papillosum.
» arcella.
» multicostatum.
» pontileviense.
Arca Noé.
» miocenica.
» Okeni.
» turonica.
» lactea.
» barbata.
» variabilis.

Arca polymorpha.
» clathrata.
» Vincenti
Pectunculus Deshayesi.
» violacescens.
» pusillus.
» textus.
Limopsis recisus.
Nucula nucleus.
» sublœvigata.
Leda fragilis.
» pella.
Mytilus fuscus.
» reductus.
Lithodomus lithophagus.
Meleagrina Bourgeoisi.
Radula lima.
» inflata.
Pecten subarcuatus.
» scabrellus.
Chlamys multistriatus.
» Puymoriæ.
Plicatula ruperella.
» mytilina.
Spondylus gœderopus.
Ostrea crassissima.
» cornucopiæ.
» edulis var.
Anomia ephippium.
Cupularia Cuvieri.
Lunulites conica.
Cladocora multicaulis.
Cladangia crassi-ramosa.
Dendrophyllia digitalis.
» cornigera.

Thenay

Sur la rive gauche du vallon de Thenay, plusieurs sablières sont ouvertes, montrant des conditions de dépôt différentes en chaque point.

Coupe à Thenay (Le Pont)

5.	Terre végétale	0.25
4.	Sable calcareux avec cailloux et *Ostrea crassissima* en abondance	0.50
3.	Sable roux, grossier, avec débris d'ossements de vertébrés (Dinotherium)	0.35
2.	Argile grise continue, parfois sableuse et renfermant aussi des débris d'ossements.	0.05
1.	Calcaire de Beauce, visible sur	1.00

Probablement, il faut classer dans les sables de l'Orléanais les assises 2 et 3, dont la faune est caractéristique : ces couches sont rarement visibles dans une position stratigraphique aussi nette, intercalées entre le Calcaire de Beauce et les Faluns : généralement la mer des Faluns a dispersé tous les dépôts meubles antérieurs et recouvre directement soit le Calcaire de Beauce, soit la Craie.

Coupe à Thenay (Les Gaudes)

8.	Sable gris, calcareux, fossilifère, en affleurement naturel . . .	1.50
7.	Sable jaune en lits obliques	0.60
6.	Sable très grossier, avec débris coquilliers roulés, gros blocs à la base, soit calcaires, soit argileux; *Ostrea crassissima* abondante	0.20
5.	Banc de grès calcaire fin, discontinu	0.15

4.	Sable gris grossier, avec galets de silex et Ostrea roulées . . .	0.20
3.	Sable blanc. très fin. avec coquilles très fragiles.	0 30
2.	Sable grossier, avec grès remaniés, cailloux. Ostrea	0.40
1	Sable blanc, fin, gréseux, avec Unio abondants mais très friables	0.20

Les fossiles les plus abondants à la Gaude sont les suivants :

Pholas Dujardini.	Cerithium pictum.
Gastrana fragilis.	» vulgatum.
Venus versatilis.	Siliquaria senegalensis.
Corbulomya turonensis.	Nassa limatula.
Lucina Dujardini.	» gallicula.
Arca turonica.	Helix asperula.
Ostrea saccellus.	Melanopsis glandicula.

Nous avons donné le nom d'*Unio Frerei* D. D. (1) à une belle forme d'Unio de Thenay, les échantillons sont d'une extrême fragilité, ils se décortiquent au moindre contact et ce n'est que tout récemment que nous avons pu nous convaincre qu'ils possédaient une surface plissée à ornements divariqués, il faut les rapprocher comme ornementation de l'*Unio flabellata* Gold., très voisin aussi de l'*Unio flabelliferus* Noulet (2).

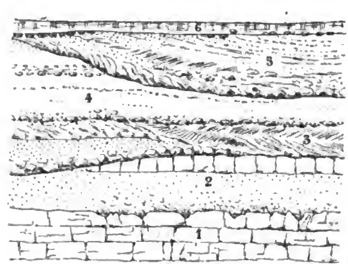


Fig. 4. — Coupe à Thenay (Phage).

6.	Terre végétale	0.15
5.	Sable très grossier, jaune, à stratification oblique, fossiles roulés, cailloux à la base, ravinement profond, local	2.00
4.	Sable jaune, en lits entrecroisés, petits fossiles	1.50
3.	Sable très grossier, avec galets de silex, galets calcaires, galets d'argile brune dure, Ostrea, Unio brisés, ravinement à la base	1.40
2.	Sable gris fossilifère, cailloux variés, banc de grès au sommet	0.60
1.	Calcaire de Beauce très dur, surface polie et ravinée, visible sur . . .	1.00

(1) D'après le nom d'un collectionneur local. M. Frère, mort l'an passé, et qui avait réuni, avec une patience méritoire, une collection étendue de fossiles choisis.

(2) Voyez une bonne figure dans Fontannes, 1880. Le Bassin de Crest, page 185, Pl. III, fig. I.

Sur la rive droite du vallon de Thenay nous avons observé au Sud du bourg d'autres faciès ; vers la cote 107 de la carte de l'Etat-major on trouve une série de sablières profondes de 8 mètres au moins, montrant un sable fin rempli de débris calcareux légers, c'est le meilleur gisement que je connaisse pour les Bryozoaires. Il y abonde surtout une belle espèce en lamelles dressées : *Eschara elegans*, Milne-Edwards. Au sommet des coupes on observe des poches de sable rouge qui ne sont que des points d'attaque d'une altération sans cesse grandissante et qui, faisant disparaître tous les éléments calcaires, fait disparaître aussi tous les fossiles pour ne laisser qu'un sable fin, rouge, d'un volume bien réduit. Voici la faune de ces sablières qui présentent à l'état meuble la même nature de roche qui constitue, lorsqu'elle est agglutinée, le faciès falunien dit Pierre de Croit ou de Croix, faluns de Savigné, faluns de Doué, de Dinan, du Cotentin, etc.

FAUNE DE THENAY (faciès fin)

Calyptra sinensis.
Capulus irregularis.
Vermetus intortus.
Siliquaria Senegalensis.
Coecum mamillatum.
Natica neglecta.
Fissurella groeca.
» italica.
Trochus pseudo-turricula.
» turgidulus.
Circulus planorbillus.
Rissoa neoturbinata.
Rissoa (Manzonia) costata
Bittium reticulatum.
Colombella turonica.
Nassa turonica.
» limatula.

Echinocyamus Lebescontei

Cladocora multicaule.
Cryptangia parasitica.

Parapholas Dujardini.
Solen Rollei.
Saxicava arctica.
Gastrana fragilis.
Ervillia pusilla.
Cardita trapezia.
Montacuta truncata.
Arca Noë.
» turonica.
Lima squamosa.
Pecten multistriatus.

Eschara élegans
Escharellina monilifera.
Bidiastopora tubulifera.
Hornera striata.
» reteporacea.
Idmonea disticha.
Cellepora palmata.
Cellaria fistulata.
Crisia Hoernesi.

Au moulin de Coutant une petite sablière à flanc de coteau montre un dépôt très grossier, graveleux même, dans lequel les coquilles roulées occupent une très grande place ; les

grosses espèces : Murex, Conus, sont très communes mais généralement en mauvais état, enfin de nombreux blocs calcaires perforés et démantelés fournissent toute une faune de coquilles spéciales en bon état de conservation : Pholas, Lithophagus, Fragilia.

Nous ne pouvons quitter Thenay sans dire un mot des Silex que l'abbé Bourgeois y a découverts et qu'il a annoncés comme taillés, et taillés à l'époque Miocène. Le premier gisement était au-dessous du village de Thenay, le long d'un chemin descendant au sud, au voisinage du contact de l'argile à Silex et du calcaire de Beauce. Certaines objections ayant été présentées sur l'authenticité de ce gisement placé à flanc de coteau, l'abbé Bourgeois fit ouvrir un puits dans le village même de Thenay, pour établir la présence indiscutable de silex taillés sous le calcaire de Beauce et les Faluns, c'est-à-dire témoignant de la présence de l'homme dans le Blésois bien avant le dépôt des terrains tertiaires du pays ; ce puits a été rebouché et je n'ai pu avoir aucun détail sur son emplacement. Mais tout autour de Thenay et surtout au sud, on voit surgir l'argile à silex, et les silex abondent dans les champs en affleurement périphérique immédiatement au-dessous du niveau du calcaire de Beauce. Ces silex, est-il besoin de le dire, n'ont absolument rien de taillé. En cherchant dans l'argile à silex intacte et vers son sommet, on trouve des silex assez gros, fendillés, qui tombent souvent en morceaux au premier contact et, parmi ces morceaux naturellement « étonnés », il s'en trouve qui peuvent avoir plus ou moins la forme des silex ébauchés par la main humaine, mais le plus grand nombre tombe en fragments anguleux informes.

On saisit même ici sur place le procédé naturel de fendillement et de pulvérisation des silex crétacés qui est masqué ailleurs par des limons, des graviers ou des éboulis d'âge quaternaire. Il n'y a, géologiquement, aucun compte à tenir de ces indications de l'abbé Bourgeois.

Vers le nord, les faluns s'étendent notablement plus loin qu'il n'est indiqué sur la carte : sous le bois de St-Lhommert, toute la surface est couverte de falun altéré que des sondages ont montré comme couvrant le falun normal à *Ostrea crassissima*.

A Oisly, le falun est souvent agglutiné en plaquettes et donne une mauvaise pierre de construction, son faciès est celui de Contres.

Dans cette région les eaux fluviales s'écoulent vers le sud par la coupure de Monthon-sur-Cher qui est perpendiculaire à l'axe d'Amboise-Greay.

D'autres faluns que nous n'aurons pas le temps d'examiner, prolongeant ceux de Thenay, sont situés sur le même plateau, sur le versant nord, dont les eaux s'écoulent à la Loire, sauf le cas particulier du petit bassin fermé du lac de Soings.

Ce sont ces dépôts qui se suivent de Contres à Soings et vers Sassay. Dans cette région les faluns sont très puissants, mais très peu fossilifères, ce sont des amas de débris principalement de Bryozoaires, avec tablettes agglutinées. Je signalerai enfin par un mot le gîte de Sambin, sur la route de Blois, dans une situation stratigraphique intéressante, mais trop peu fossilifère pour mériter notre visite.

Onzième et Douzième journées. — **Lundi 13 et Mardi 14 août**

Gisements dans le département d'Indre-et-Loire

Rive gauche de la Loire

(TOURAINE PROPREMENT DITE)

Les gisements de faluns au sud de Tours forment deux groupes sur un grand plateau crétacé situé entre l'Indre et la Vienne.

Le premier groupe comprend les localités du plateau de Manthelan, disposées dans un synclinal transversal, limité au nord par un relèvement anticlinal venant de Longeais-sur-Loire, passant à Mont-sur-Indre, se dirigeant sur Loches, et circonscrit au sud par un autre axe anticlinal passant à Saint-Epain, Sainte-Maure, Ligueil.

Le second groupe, situé plus au sud, moins étendu en surface, offre cependant des gisements extrêmement riches en fossiles bien conservés. Il est limité au nord par l'axe

de Saint-Epain, Sainte-Maure, Ligueil, qui le sépare du plateau de Manthelan et s'arrête au sud devant un nouvel axe, celui de La Haye-Descartes et du Grand-Pressigny.

Des amas sableux provenant des faluns décalcifiés prolongent à l'est et à l'ouest les dépôts fossilifères et une coupe remarquable à Ferrière-l'Arcon permet de saisir sur le vif cette décalcarisation.

Généralement tous ces dépôts reposent sur l'Argile à Silex du Crétacé, plus rarement sur un Calcaire lacustre. Cette Argile à Silex est une argile sèche d'un blanc verdâtre renfermant quelques Silex blancs à cassure jaune, anguleux ; son épaisseur est très variable, car elle forme une série de poches plus ou moins profondes à la surface du terrain crayeux, turonien ou cénomanien ; nous avons observé des variations de deux à dix mètres. Cette argile forme un niveau d'eau imperméable qui limite rapidement l'exploitation des sablières vers leur base et ne permet que bien rarement de voir leur substratum direct.

Dans un seul endroit du plateau de Manthelan, les faluns reposent sur un faible îlot de calcaire lacustre meulier, d'âge encore mal déterminé, Éocène pour les uns, Oligocène pour les autres et dépourvu de fossiles dans cette région.

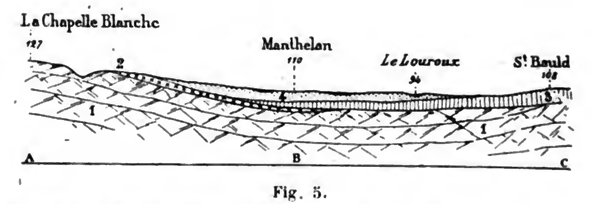


Fig. 5.

4, falun ; 3, calcaire lacustre (ravinant la craie) ; 2, argile à silex ; 1, craie marneuse ; A. anticlinal de Ligueil ; B. Synclinal de Manthelan ; C. anticlinal de Loches.

Une coupe générale (Fig. 5) permettra de se rendre compte de la disposition des assises de la région.

A

Manthelan

Les gîtes sur cette commune sont nombreux, mais de valeur inégale. Au sud, dans le bourg même, à Bel-Ebat (altit. 110 m.), une fosse pleine d'eau montre dans ses berges un falun fossilifère très calcaire, jaune et rouge, les coquilles sont fragiles et en mauvais état. L'Aulnay (altit. 113 m.), les Chaumes, la Placière, sont des gîtes occasionnels. Le terrain est plat et les dépressions, qui n'ont que de trois à quatre mètres, sont indiquées par des prairies humides. Au nord, sont les gisements des Clos, du grand Bray et du petit Bray (altit. 106 m.) qui sont largement exploités (Fig. 6).

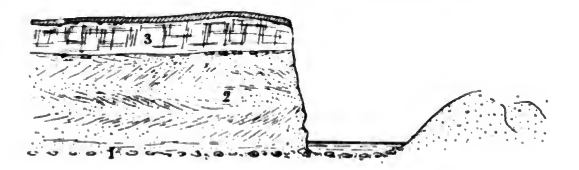


Fig. 6. — Coupe au Grand Bray

3. Limon brunâtre 0.75
2. Sable jaune et blanchâtre, fossilifère, en lits obliques. 1.75
1. Sable grossier avec gros galets et débris roulés (niveau d'eau). 0 20

De grandes tranchées, longues de plusieurs centaines de mètres, sont ouvertes sur une profondeur de 3 à 4 mètres, montrant un sable grossier, extrêmement riche en coquilles, mais dont la plupart sont roulées ou brisées. Il n'y a pas au-dessus de limon à proprement parler, mais une faible épaisseur de falun altéré, mêlé à la terre végétale ; l'abondance de l'eau empêche toute exploitation plus profonde et un vaste étang artificiel, créé par les moines au moyen-âge, au Louroux, à l'altitude de 100 mètres, retient les eaux et contribue à surélever le plan d'eau naturel de la région et à mouiller la base des falunières.

Voici la liste des fossiles les plus abondants à Manthelan :

Faune de Manthelan

Conus ponderosus.
» Mercati.
» Dujardini.
Pleurotoma denticulata.
Oligotoma pannus.
Genotia ramosa.
Drilla incrassata.
» Athenais.
Clathurella strombillus.
» pagoda.
Tudicia rusticula.
Pyrula Agassizi.
Ancilla glandiformis.
» obsoleta.
Oliva Dufresnei.
Voluta miocœnica.
Strombus coronatus.
Mitra recticosta.
» miocœnica.
Columbella curta.
» Degrangei.
Fasciolaria nodifera.
Murex turoniensis.
» aquitanicus.
» Bourgeoisi.
» ligerianus.
» rudis.
» Edwardsi.
Euthria marginata.
Purpura Benoisti.
Terebra favai.
Marginella miliaria.
Erato cypræola.
Cypræa pontileviensis.
» globosa.
Trivia affinis.
» sphæriculata.
Dorsanum galliculum.
Nassa Dujardini.
» intexta.
» contorta.
» Caroli.
» Blesense.
Cerithium bidentatum.
» lignitarum.
» Bronni.
» pictum.
Cerithium Turonicum.
» papaveraceum
» pulchellum.
Bittium reticulatum.
Pyramidella unisulcata.
Rissoina Bruguerei.
Sigaretus striatus.
Natica Josephinia.
» varians.
» millepunctata.
» redempta.
Vermetus intortus.
» Deshayesi.
» semisurrectus.
Turritella Venus.
» triplicata.
» subarchimedis.
Nerita funata.
Helix asperula.
Planorbis incrassatus.
Cassidula umbilicata.
Leuconia Tournoueri.
Turbo baccatus.
Trochus patulus.
» miliaris.
Clanculus baccatus.
Crepidula cochlearis.
Calyptra sinensis.
Amathea sulcata.
Fissurella italica.
» clypeata.
Dentalium badense.
Clavagella turoniensis.
Pholas dactylus.
» Dujardini.
Solenocurtus Basteroti.
Poromya Woodi.
Saxicava arctica.
Panopea Menardi.
Corbula carinata
» revoluta.
» gibba.
Corbulomya turonensis.
Eastonia crassidens.
» mitis.
» rugosa.
Lutraria lutraria.

Lutraria oblonga.
» sanna.
Mactra corallina.
» subtruncata.
Ervilia pusilla.
Gastrana fragilis.
Psammobia affinis.
Tellina donacina.
» strigosa.
» lacunosa.
» crassa.
Donax lœvissimus.
» gibbosulus.
Venus clathrata.
» versatilis.
» cothurnix.
» casina.
» scalaris.
» ovata.
» Dujardini.
Meretrix affinis.
» rudis.
Dosinia lupinus.
» exoleta.
Unio Frerei.
Lucina incrassata.
» Dujardini.
» ornata.
» columbella.
Crassatella concentrica.
Astarte scalaris.
Cardita calyculata.
» crassa.
» trapezia.
» affinis.
Cardita monilifera.
» alternans ?
» lœvicosta ?
Cardium clavatum.
» Manthelaniense.
» papillosum.
» edule.
Arca Noë.
» lactea.
» variabilis.
Pectunculus Deshayesi.
» violacescens.
Leda fragilis.
» pella.
Dreissensia alta.
Mytilus reductus.
Modiola semilunaris.
Meleagrina phalenacea.
Radula lima.
» Gossensi.
Chlamys scabrellus.
» multistratus.
Plicatula mytilina.
Spondylus gœderopus.
Anomia ephippium.
Cladangia crassi-ramosa.
Dendrophyllia irregularis.
» digitalis.
» cornigera.
Cladocora multi-caule.
Lunulites conica.
Cupularia Cuvieri.
Cellepora parasitica.
Hornera reteporacea.

Le Louroux

Le gisement le plus notable est au sud du bourg, à la Gitonnière, vers l'altitude de 108 m.; il n'est pas à plus d'un kilomètre à l'ouest du Grand Bray et en continuité probable avec ce dépôt. Plus loin, dans la petite tranchée du chemin de fer, une coupe montre des sables gris ou blanchâtres avec nombreuses *Ostrea crassissima*. Vers Beauvais, une prairie fouillée à deux mètres a mis à découvert un gisement très important renfermant en abondance de grosses espèces assez rares ailleurs. *Lucina incrassata* y pullule. Les autres gise-

ments du Buisson, des Girardières (110 mètres) situés à l'ouest, ne valent pas une visite. Au nord, le trou de la Chaumeraye est complètement rebouché.

Voici la liste des espèces que nous avons trouvées en 1889 au Louroux (gîte de Beauvais) :

Conus clavatus.
Conus ponderosus.
Genotia ramosa.
Clavatula asperulata.
Drilla pustulata.
Oliva clavula.
Mitra olivœformis.
Fusus rostratus (var.).
Fasciolaria nodifera.
Tudicla rusticula.
Terebra modesta.
Nassa intexta.
» Dujardini.
Euthria cornea.
Columbella curta.
Murex Bourgeoisi.
Pyrula Agassizi.
Cerithium papaveraceum.
Eastonia crassidens.
Psammobia Labordei.
Tellina crassa.
Venus cothurnix.
Cytherea affinis.
Lucina incrassata.
» ornata.
Crassatella concentrica.
Cardita crassa.
Cardium discrepans.
Arca turonica.
Pectunculus Deshayesi.
Protoma proto.
Solarium carocollatum.
Turbo baccatus.
Helix Larteti.
Limnea dilatata.
Fissurella italica.

Louans.

On écrit parfois Louhans ; le gisement de cette commune touche l'église, altitude 110 mètres, il n'est plus visible. Les localités de la Grande-Rue et de la Petite-Rue ne nous sont connues que par quelques fossiles qui nous ont été communiqués par l'instituteur.

Bossée.

C'est sur cette commune que les Faluns occupent la plus grande surface, ils donnent la main à l'est et au nord-ouest aux gisements de Manthelan et du Louroux et à l'ouest et au nord-ouest aux lambeaux de Sainte-Maure et de Sainte-Catherine.

La description de chaque gîte ne présenterait aucun intérêt, ce sont toujours de faibles sablières ouvertes à une profondeur médiocre et qui changent de place et d'aspect suivant les besoins d'une exploitation locale très restreinte. Je citerai seulement le gîte du bourg même de Bossée, près

de la route de Manthelan (altitude 118 mètres), l'Amandière à 500 mètres au sud, la Renaudière à 800 mètres à l'ouest.

La croix des Bruyères est un gîte plus important à la limite de la commune de Manthelan. Je citerai encore la Peschauderie, à 1,600 mètres au nord, la Pénière à 2,400 mètres au nord-ouest, et la Fosse-Breton, aujourd'hui comblée, à 3,200 mètres dans la même direction.

Faune de Bossée

Conus Dujardini.
» Mercati.
» clavatus.
Pleurotoma denticulata.
Genotia ramosa.
Drilia obeliscus.
» incrassata.
Clathurella strombillus.
» hordeacea.
Hedropleura septangularis.
Marginella Hœrnesi.
Mitra fusiformis.
» olivœ formis.
» pupa.
Columbella filosa.
» corrugata.
» subulata.
» curta.
» Hœrnesi.
» Bellardii.
» Petersi
Fusus Valenciennesi.
» pulchellus.
Fasciolaria fimbriata.
Cyllene Desnoyersi.
Nassa Dujardini.
» intexta.
» limatula.
» corrugata.
» Blesense.
» Caroli.
Euthria cornea.
» rhombea.
» marginata.
Cancellaria Michelottii.
Pollia Philippii.
Engina exculpta.
Murex Dujardini.
» cœlatus.
» ligeriensis.
» subdecussatus.
Pyrula Agassizi.
Ovula subcarnea.
» spelta.
Cyprœa pontileviensis.
Trivia affinis.
» sphœriculata.
Erato Maugeri.
» cyprœola.
Aporrhais pespelecani.
Cerithium vulgatum.
» pictum.
» pulchellum.
» trilineatum.
» papaveraceum.
Bittium reticulatum.
Triforis perversus.
Turritella Venus.
» subarchimedis.
» bicarinata.
Protoma proto.
Vermetus intortus.
» semi-surrectus.
Siliquaria senegalensis.
Natica varians.
» Josephinia.
» redempta.
» catena.
Fossarus costatus.
Solarium miserum.
Nerita asperata.
» funata.
Leuconia Tournoueri.
» Dujardini.

Alexia pisolina.
Stolidoma Mayeri.
Cassidula umbilicata.
Helix phaseolina.
Limnea dilatata.
Pyramidella unisulcata.
Eulima grandis.
Menestho costellatus.
Rissoina decussata.
Rissoa curta.
Turbonilla internodula.
Ringicula Bourgeoisi.
Circulus planorbillus.
Xenophora helvetica.
Trochus quadristriatus.
» pseudo-turricula.
» miocœnicus.
» sagus.
» Deshayesi.
» patulus.
Clanculus baccatus.
Turbo baccatus.
Crepidula gibbosa.
Emarginula fissura.
Fissurella grœca.
» italica.
Capulus hungaricus.
Calyptra sinensis.
Dentalium badense.
Pholas dactylus.
Solen siliquarius.
Solecurtus Basteroti.
Saxicava arctica.
Pleurodesma Moulinsi.
Corbula carinata.
» revoluta.
» gibba.
Corbulomya turonensis.
Lutraria oblonga.
» sanna.
Mactra turonensis
» subtruncata.
Ervilia pusilla.
Gastrana fragilis.
Psammobia affinis.
Tellina donacina.
» crassa.
Donax loevissimus.
Donax gibbosulus.

Venus clathrata.
» cothurnix.
» casina.
» scalaris.
» ovata.
» Dujardini.
Meretrix affinis.
» rudis.
Diplodonta rotundata.
Lucina incrassata.
» Dujardini.
» Michelotti.
» ornata.
» columbella.
Crassatella concentrica.
Astarte scalaris.
Cardita calyculata.
» crassa.
» trapezia.
» affinis.
» multiformis.
Carditella nuculina.
Chama gryphoides.
» gryphina.
Cardium turonicum.
» Andrœa.
» Manthelaniense.
» clavatum.
» papillosum.
» arcella.
» multistriatum.
» discrepans.
Arca Noë.
» Okeni.
» turonica.
» barbata.
» variabilis.
» polymorpha.
» clathrata.
» Vincenti.
Pectunculus Deshayesi.
» pilosus.
» violacescens.
» pusillus.
» textus.
Limopsis recisus.
Yoldia longa.
Leda fragilis.
» pella.

Dreissensia alta.
Mytilus fuscus.
Meleagrina phalenacea.
» Studeri.
Lima radula.
» inflata.
» Gossensi.
Chlamys scabrellus.
» multistriatus.
Plicatula ruperella.
Spondylus gœderopus.
Ostrea crassissima.
» gingensis.
Ostrea saccellus.
» miocœnica.
Anomia ephippium.
Scutella Faujasi.
Psammechinus monilis.
Dendrophyllia irregularis.
Cladocora multicaulis.
Paracyathus turonensis.
Sphœnotrochus Milleti.
Solenastrea turonensis.
Heliastrea Defrancei.
Cladangia crassiramosa.

Sainte-Maure

Les gisements de faluns sont situés seulement tout-à-fait au nord-est de la commune, à cinq kilomètres du bourg, au voisinage de ceux de Bossée et de Sainte-Catherine. On signale des fouilles anciennes aux fermes de la Séguignière, la Crôneraie, la Boissellière, cette dernière à l'altitude de 125 mètres, la plus élevée de la région. Toutes reposent sur une argile blanche avec peu de silex et sont recouvertes par un limon sableux.

Sainte-Catherine de Fierbois

Les gîtes sur cette commune sont d'une très faible étendue, ils consistent en quelques fosses de faluns, à la Tinnelière, à 200 mètres au nord du village, au château de Commacre (altit. 113 m); dans un ravin au sud et dans un chemin creux on trouve un poudingue rouge et jaune de cailloux roulés de silex à ciment calcaire qui a été employé autrefois dans les constructions et pour l'empierrement, qu'on revoit aux Forges, à la Chapelle-Blanche, et qui forme un cordon littoral falunien adossé contre l'anticlinal de Ligueil, dont la ride était déjà accusée à cette époque reculée.

On a encore l'habitude de désigner sous le nom de Sainte-Catherine un gisement intéressant situé bien plus à l'ouest, au lieu dit : La Picaudière et qui est en réalité sur la commune de Saint-Epain, dont il est éloigné de 7 k. 500 m. au nord (Fig. 7).

Il n'est qu'à 2.000 mètres ouest du clocher de Sainte-Catherine et placé entre la grande route de Paris à Bordeaux

et le chemin de fer dont la direction est presque parallèle. La coupe montre sous un limon médiocre des sables argileux, granitiques, qui paraissent raviner profondément des sables blancs granitiques, peu calcareux, fossilifères, sous-jacents. Il n'y a aucun doute que ces sables supérieurs ne soient un faciès d'altération des faluns. Voici un croquis de cette carrière, les fossiles qu'on y rencontre sont les mêmes qu'à Bossée.

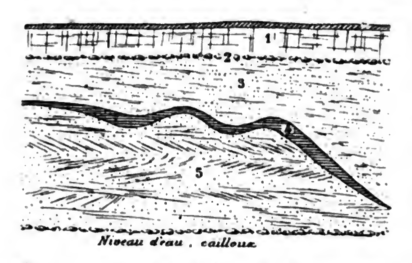


Fig. 7. — Coupe à Ste-Catherine (La Picaudière).

1, limon, 1,00 : 2, bande de cailloux quartzeux, 0,10 ; 3, sable argileux, quartzeux, verdâtre, formant des poches, 1,00 à 5.00 ; 4, bande argileuse rouge, 0,10 à 0,15 ; 5, sable quartzeux blanc et gris, très coquillier ; visible sur : 5.00.

B

Paulmy

Les gites de faluns sur cette commune (prononcez Paumy) sont situés au N.-O. sur le plateau crétacé aux hameaux dits : Pauvelay, les Sablonnières ; ils forment, vers l'altitude de 116 à 120 mètres, une bande ouest-est longue de deux kilomètres environ, large de 300 à 400 mètres, sur une épaisseur de 3 à 6 mètres et dans laquelle quatre ou cinq carrières sont en exploitation (Fig. 8).



Fig. 8.

6, sable limoneux ; 4, falun normal ; 3, calcaire lacustre.

Les sables reposent tantôt sur la craie, tantôt sur un lambeau de calcaire lacustre, sans que le contact même soit bien visible ; la base du falun se charge de gros cailloux, de blocs de calcaire lacustre corrodés, perforés, de gros silex, de débris gréseux et de coquilles roulées, sans que les exploitants soient tentés d'aller plus bas, ne rencontrant plus de matériaux utilisables.

Les sables calcareux sont à stratification entrecroisée et de grosseur variable, en lits discontinus ; ils sont surmontés de sables rougeâtres, granitiques, grossiers, qui les pénètrent par un ravinement souvent très intense ; mais un examen attentif de la disposition des cailloux et des fossiles montre qu'il s'agit d'une simple altération de la couche supérieure, d'une décalcarisation encore en voie de progrès probablement et qui fait disparaître l'élément calcaire par la lévigation des eaux pluviales (Fig. 9).

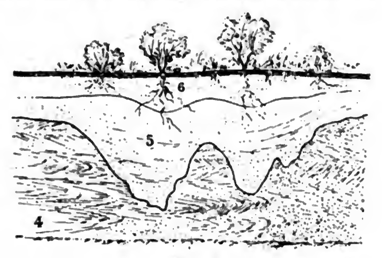


Fig. 9.
6, sable limoneux ; 5, falun altéré ; 4, falun normal.

La situation générale n'est pas douteuse, le falun est adossé à un anticlinal crayeux qui se poursuit au loin dans des conditions identiques (Fig. 10). Nous avons

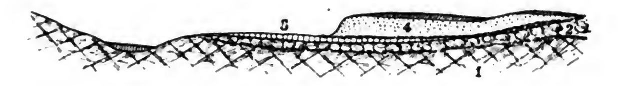


Fig. 10.
4, falun ; 3. calcaire lacustre (ravinant la craie) ; 2, argile à silex ; 1. craie marneuse.

découvert un plaquage de faluns solides avec Pecten, Bryozoaires, *Ostrea crassissima* à la ferme de la Naurage, à l'altitude de 128 mètres ; un autre à la Barre, sans fossiles, à l'altitude de 124 mètres, au sud de Ligueil.

La faune ne diffère pas sensiblement de celle de Ferrière-l'Arçon, indiquée plus loin, les coquilles sont en assez bon état.

Ferrière-l'Arçon

Les gisements sont situés sur le plateau à 1.200 mètres au nord du village, vers l'altitude de 115 à 125 mètres et suivant la même bande que les gîtes de Paulmy. On les trouve aux hameaux dits : La Placette, la petite Varenne, la Grande Varenne, le Saulais. On a encore cité les fermes de Besson et de la Chenay, mais nous n'y avons vu que des limons sableux, épais. Le falun à la Placette est formé d'un sable blanc, plus fin qu'à Paulmy, moins graveleux, et les fossiles sont en bon état. Il repose sur un lambeau de calcaire gris, lacustre, siliceux, dur, peu épais et sur l'Argile à Silex. Il est recouvert par des sables granitiques en poches ou puits naturels qui ne sont que du falun altéré, une bonne coupe à la Grande Varenne en donnait un très bon exemple (Fig. 11).

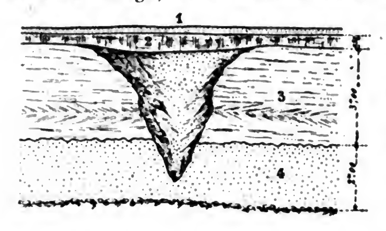


Fig. 11. — Coupe à Ferrière-l'Arcon.
1, terre végétale, 0,10; 2, limon rougeâtre, 0,50; 3, sable blanc, fin, à Bryozoaires, 3,50; 4, sable grossier, jaunâtre à *Venus clathrata*, cailloux roulés et blocs à la base, 2,00.

Ce dépôt peut avoir une longueur de 1,500 à 1,800 mètres, sur une largeur de 300 à 400 mètres. La position contre l'axe de Ligueil est bien marquée, car dans le vallon de Ligueil on voit successivement apparaître comme par une boutonnière, la craie turonienne C^{6b}, la craie tuffeau C^{6a}, et les marnes à Ostracées du Cénomanien C^5.

Le synclinal dans lequel reposent les faluns vient de Drache et de l'île Bouchard.

L'axe anticlinal sud est marqué par le relèvement crétacé qui va de la Haye-Descartes au Grand-Pressigny.

Voici les principaux fossiles de Ferrière :

Faune de Ferrière-l'Arçon

Conus Dujardini.
Columbella Turonica.
Nassa Dujardini.
» Blesense.
Trivia affinis.
» dimidiata.
Erato Cypræola.
Murex Ligerianus.
Dorsanum politum.
Cerithium vulgatum.
» pictum.
» papaveraceum.
Vermetus carinatus.
» intortus.
» arenarius.
Siliquaria Senegalensis.
Turritella subangulata.
Fissurella italica.
Calyptra Chinensis.
Turritella subarchimedis.
Natica Josephinia.
» varians.
Nerita asperata.
Circulus planorbillus.
Turbo baccatus.
Trochus patulus.
» biangulatus.
Crepidula gibbosa.
Amathea sulcata.
Solecurtus Basteroti.
Saxicava arctica.
Corbula revoluta.
» carinata.
Lutraria oblonga.
Mactra turoniensis.
» triangula.
Ervilia pusilla.
Gastrana laminosa.
Psammobia affinis.
Tellina donacina
Donax loevissimus.
Tapes pullastra.
Venus casina.
» clathrata.
» cothurnix.
Venus scalaris.
» Dujardini.
» ovata.
Meretrix affinis.
Lucina Dujardini.
» Haidingeri.
» ornata.
» columbella.
Kellyia Sebetiae.
Crassatella concentrica.
Astarte scalaris.
Cardita calyculata.
» crassa.
» trapezia.
» affinis.
Cardium papillosum.
Cardium hirsutum.
Arca Noë.
» Okeni.
» Turonica.
» lactea.
» barbata.
» clathrata.
Pectunculus Deshayesi.
» violacescens.
» Turoniensis.
Limopsis recisus.
Leda fragilis.
» pella.
Radula lima.
» Locombei.
Chlamys scabrellus.
» multistriatus.
Plicatula mytilina.
» ruperella.
Ostrea saccellus.
» crassissima.
Cladocora multicaule.
Cladangia crassi ramosa.
Hornera flabelliformis.
Eschara elegans.
Escharellina milleporacea.
Cellaria fistulosa.
Idmonea disticha.
Eschara lamellosa.

Foraminifères roulés appartenant aux genres Textularia, Triloculina, Globigerina.

Extension dans l'Ouest des Gisements des Faluns du Miocène Moyen

DÉPARTEMENT DE LOIR-ET-CHER. — Rive gauche de la Loire: *(feuille de Blois).* Bassin de Pontlevoy, Thenay, Contres, Soings, Sambin. — Rive droite de la Loire *(feuille de Blois)*: Ilot de Villebaron.

DÉPARTEMENT D'INDRE-ET-LOIRE. — Rive gauche de la Loire: *(feuille de Loches).* Bassin de Manthelan, Bossée, Sainte-Catherine-de-Fierbois, Le Louroux, Louhans, Bassin de Paulmy et Ferrière-l'Arcon.— Rive droite de la Loire *(feuille de Tours)*: Ilot de Semblançay, Bassin de Savigné, Hommes, Courcelles, Channay, etc.

DÉPARTEMENT DE MAINE-ET-LOIRE. — Rive droite de la Loire *(feuille d'Angers,* non publiée), entre le Loir et la Loire, suite du bassin précédent: Noyant-Méon, Auverse, Chavaignes, Lasse, Pontigné, Denezé. — Entre la Loire et la Mayenne *(feuille de La Flèche,* non publiée), Ilots de Contigné *(Feuille d'Angers,* non publiée). — Ilot de Sceaux, gîte de la Blanchère, les autres gîtes sont d'un âge plus récent. — Entre la Mayenne et la Loire *(feuille de Château-Gonthier)*: Ilots à Noellet (3 gisements), St-Michel-et-Chanveaux (le Fourneau), la Prévière (La Ligerois), Noyant-la-Gravoyère, Noyseau, Chazé-Henry, Saint-Michel de-Ghaim (près Pouancé?) *(Feuille d'Ancenis)*: Freigné (ferme de la Bourgeonnais), Gené (ferme de Riboult, gisement qui est peut-être comme celui de Thorigné, d'un horizon supérieur), Chazé-sur-Argos (ferme de la Motte du Four), Vern (prairie de la Morlaye), La Potherie (3 gisements), La Corunaille (ferme de la Mortraie). Le gisement de Saint-Clément-de-la-Place est d'un autre âge. — Rive gauche de la Loire *(feuille de Saumur,* non publiée). Rive droite du Layon: Doué-la-Fontaine, Louresse, Rochemanier, Douces, La Chapelle-sous-Doué, Soulanger, Forges, Montfort, St-Georges-Chatelmaison, Ambillon, Brigné (gîte spécial de Renauleau), Chavagnes, Noyant-la-Plaine, Martigné-Briand. Rive gauche du Layon: Tigné, Aubigné, Faveraye, Thouarcé, Gonnord, Joué-Etian, Le Champ. *(Feuille d'Angers)*: Saint-Saturnin (gîte d'Aguineau). *(Feuille d'Ancenis)*: Chaudefonds, Chalonnes-sur-Loire (les Pierres-Blanches, La Coulée) (1), Montjean-sur-Loire, L'Orchène (2).

(1) Davy. - Bull. Soc. Sc. Nat. de l'Ouest, Nantes 1896, Tome VI, p. 5.
(2) Bureau. - Bull. Soc. d'Etudes scientifiques d'Angers, 1890.

Département de la Vienne. — (*Feuille de Bressuire*, non publiée). Gîte de Mirebeau. Moulin-Pochard.

Département de la Loire-Inférieure. — (*Feuille d'Ancenis)* : Le Pin (Métairie du bois Robin). *(Feuille de Château-Gonthier)* : Erbray (lieu dit la Bidelais). Noyal (Le Moutier).

Département d'Ille-et-Vilaine. — Région Sud (*feuille de Redon*) : Loheac ? (*feuille de Rennes*) : Saint-Jacques, Chartres. Région Nord : Saint-Grégoire, Saint-Perse, Becherel (donnant la main aux gisements de Dinan), Médréac, Landujan, La Chapelle du Lou ; groupe de Saint-Martin d'Aubigné; Guipel, Montreuil-sur-Ille, Feins (*feuille de Laval*, non publiée), Gahard, Sens de Bretagne? Forêt du Pertre.

Département des Côtes-du-Nord. — (*Feuille de Rennes*). Trefumel et Guitté. (*Feuille de Dinan*) : Saint-Juvat, Le Quiou, Saint-André-des-Eaux, Saint-Judoce.

Département de la Mayenne. — (*Feuille de La Flèche*, non publiée), Saint-Laurent-des-Mortiers. Le gisement de Beaulieu (*Feuille de Château-Gonthier*) est d'un âge différent.

Département de la Manche (*Feuille de Saint-Lô*) ; Picauville (Hameau de l'Angle, H. du Sort), Gorges, Nay, Saint-Eny, Saint-Germain-le-Vicomte.

D'après l'inspection d'une Carte, sur laquelle on aurait porté tous ces gisements, nous supposons que la mer des Faluns proprement dits formait un vaste golfe qui s'ouvrait au nord, vers Dinan et Dol ; qu'elle n'avait aucun débouché dans la direction de Nantes et que le sillon de Bretagne, le grand axe du sud, disposé de Redon à Ancenis, n'était pas arrasé et formait une ligne de rivage ferme au Midi. Au contraire, à l'époque suivante, au miocène supérieur, la Basse Vendée, la Loire inférieure sont envahies, la mer ne dépasse plus la Maine à l'est, mais la communication reste libre au nord avec le Cotentin. Le nord du Cotentin et la presqu'île bretonne proprement dite formaient deux grandes îles.

L'invasion de la Mer Miocène dans le bassin de la Loire moyenne est un événement important et imprévu dans l'histoire géologique de la France. Aucune mer tertiaire n'avait auparavant occupé ces parages et la faune qui l'accompagne contraste absolument avec les faunes de l'Éocène et de l'Oligocène, soit du Bassin de Paris, soit de la Bretagne. Les dépôts éocéniques et oligocéniques marins avaient traversé

la Bretagne, mais n'avaient point pénétré dans l'Anjou et la Touraine.

Plus tard seulement, au Pliocène proprement dit, la disposition géographique actuelle s'est établie et la mer n'a plus pénétré que par quelques golfes, comme celui situé vers Saint-Lô, au Bosq d'Aubigny, et celui de Redon.

ITINÉRAIRE

Vendredi	3	août.	— Bordeaux, Cenon, *Bordeaux*.
Samedi	4	»	— Roque-de-Tau, Plassac, Blaye, *Bordeaux*.
Dimanche	5	»	— Cérons, Landiras, Langon, Ste-Croix-du-Mont, *Langon*.
Lundi	6	»	— Villandraut, Le Bazadais, *Bordeaux*.
Mardi	7	»	— Labrède, Saucats, *Bordeaux*.
Mercredi	8	»	— Sarcignan, Léognan, *Bordeaux*.
Jeudi	9	»	— Salles, *Bordeaux ou Arcachon*.
Vendredi	10	»	— Route de Bordeaux à Tours.
Samedi	11	»	— Tours (Hôtel de l'Univers, à 8 h. matin). Le Louroux, Louhans, Manthelan, *Ligueil*.
Dimanche	12	»	— Ferrière-L'Arcan, Paulmy, *Tours*.
Lundi	13	»	— Montrichard, Thenay, *Pontlevoy*.
Mardi	14	»	— Pontlevoy, Sambin, Blois, *Paris*.

III

PYRÉNÉES

(ROCHES CRISTALLINES)

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. A. LACROIX

Notice de M. A. LACROIX

PROGRAMME

Etude des lherzolites et ophites des Pyrénées et leurs phénomènes de contact. — Granite et phénomènes de contact de la Haute-Vallée de l'Oriège et des Hautes-Pyrénées.

PYRÉNÉES

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. A. LACROIX

Les roches éruptives de nature et d'âge différents jouent un rôle important dans la constitution de la Chaîne des Pyrénées. Elles se trouvent en contact avec des roches sédimentaires non moins variées et ont souvent déterminé, dans celles-ci, des transformations métamorphiques intenses. Enfin, quelques-unes d'entre elles ont subi à leur tour des modifications endomorphes.

Le but spécial de l'excursion est l'étude de ces roches et de leurs phénomènes de contact. Les difficultés d'accès des hauts massifs granitiques et la nécessité de rentrer chaque jour dans une localité habitée, ont malheureusement restreint beaucoup le choix des courses possibles. Avant d'entrer dans le détail de chacune d'entre elles, il me paraît nécessaire de synthétiser les résultats auxquels m'a conduit l'étude de l'ensemble des gisements dont font partie ceux qui vont être visités. Je ne m'occuperai dans ce résumé que des deux questions principales : celle des lherzolites et des ophites d'une part, celle du granite d'une autre.

Lherzolites et ophites.

Au point de vue minéralogique (1), la *lherzolite* des Pyrénées présente peu de variations ; à ses éléments normaux (olivine, bronzite, diopside chromifère et picotite), s'adjoint très rarement de la hornblende à faciès basal-

(1) Notes à consulter : Damour, *Bull. Soc. géol.*, XIX, 413. 1862. — A Lacroix, *Bull. serv. cart. géol.*, n° 42, 1894. — N^lles Archives Muséum, VI, 289, 1894. — *C. Rendus*. CXX, 388, 1895.

tique. Au point de vue structural, il existe quelques variétés à grands cristaux porphyroïdes de bronzite ; les structures d'écrasement sont fréquentes. La serpentinisation est généralement faible et limitée à quelques affleurements.

J'ai signalé la fréquence, au milieu de la lherzolite, de roches dépourvues de péridot et constituées par quelques-uns seulement des éléments normaux de la lherzolite (bronzite, diopside, picotite), mais pouvant présenter des minéraux n'existant pas dans celle-ci (diallage et spinelle non chromifères, pyrope, hornblende et biotite, etc.). Ces roches sont des *pyroxénolites* (bronzitites, diopsidites, diallagites) ou des *hornblendites* ; elles constituent parfois des filons indépendants, mais certaines d'entre elles paraissent n'être que des ségrégations effectuées dans le magma lherzolitique et comparables aux lits basiques des gabbros zonés des Hébrides, décrits par MM. Geikie et Teall.

Les *Ophites* (1) sont toutes des *diabases à structure ophitique*, généralement à labrador dans la région parcourue par le Congrès, mais parfois à oligoclase. Le mode d'altération le plus fréquent et en même temps le plus intéressant des ophites labradoriques est l'ouralitisation de l'augite, accompagnée de la transformation des plagioclases en dipyre, transformation que je regarde comme d'origine atmosphérique, précédant une altération plus profonde en zéolites.

Lherzolites et ophites ne constituent ni coulées (2), ni filons, mais des bosses intrusives, toujours couvertes par un épais manteau de calcaires secondaires enlevé localement par érosion. Les ophites sont parfois accompagnées de brèches de friction ; quant à la brèche lherzolitique, elle me paraît avoir une origine différente et ne constituer qu'un faciès de

(1) *Notes récentes à consulter :* Michel-Lévy. *Bull. Soc. géol.*, VI, 156, 1877. Kühn. *Z. geol. Gesell.*, 372, 1881.

A. Lacroix. *Bull. serv. carte géol.*, n° 42. *C.-Rendus* CX, 1011 et CXI, 803, 1890.

Lacvivier (C. de). *Bull. serv. carte géol.*, n° 31.

(2) Il existe toutefois en dehors de la région visitée par le Congrès un gisement d'une roche à faciès ophitique d'*origine volcanique*, accompagnée de tufs de projection ; cette roche ne détermine aucun phénomène métamorphique à son contact et se distingue par suite nettement des ophites intrusives dont il est question ici (A. Lacroix. *C.-Rendus* CXXII, 146, 1896).

la brèche du jurassique supérieur (ou de l'Infracrétacé), brèche qui est à éléments de calcaires, de lherzolite, de gneiss, suivant la nature de son substratum.

Les sédiments métamorphisés par la lherzolite et les ophites de l'Ariège qui seront visités par le Congrès appartiennent au Trias ou au Lias moyen ; la brèche supérieure renferme des galets de toutes ces roches, ce qui fixe les limites de leur âge géologique.

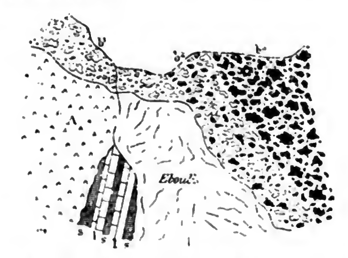


Fig. 1. — Lherzolite de la Fontête rouge.
A, Lherzolite ; b^1. Brèche exclusivement lherzolitique ; b^2. Brèche à blocs de lherzolite et de calcaire ; b^3. Brèche exclusivement calcaire.

Phénomènes de contact exomorphe de la lherzolite et des ophites. Les roches, métamorphisées par la lherzolite (1), sont des calcaires et des marnes argilo-calcaires, plus rarement des grès appartenant au Lias. Comme elles sont toujours recouvertes par la brèche du jurassique supérieur (ou de l'Infracrétacé), elles n'apparaissent jamais que sur de petites étendues et il n'est pas possible de suivre une couche métamorphisée à une grande distance de la lherzolite.

Les minéraux qui se rencontrent dans tous les gisements étudiés sont les mêmes, mais ils présentent dans leurs associations de nombreuses variations dont quelques-unes sont particulières à des gisements déterminés. Ces minéraux sont les suivants : *dipyre* (caractéristique), *feldspaths* (orthose, microcline, bytownite, anorthite, et plus rarement les autres plagioclases) (2), *micas* (biotite, phlogopite, rarement muscovite), *amphiboles* (hornblende, actinote, trémolite), *pyroxènes* (diopside, etc.), *tourmaline*, *rutile*, *sphène*, *magnétite*,

(1) *Notes à consulter* : A. Lacroix. *Bull. service carte géol.*, N[os] 42 et 53. *Nouvelles Archives Muséum d'hist. natur.*, VI, 209, avec 6 planches, 1894. *C.-Rendus*. CXV. 974, 1892. id. CXX, 339 et 752, 1895.

(2) L'albite très abondante dans les calcaires de contact de la lherzolite du Moun Caou (Basses-Pyrénées) n'existe pas en quantité notable dans les gisements que visitera le congrès.

apatite, quartz, graphite, magnétite, hématite, enfin dans quelques gisements seulement, et comme éléments très rares, *spinelle, épidote* et *grenat.*

Ces minéraux, sauf la tourmaline, se rencontrent à la fois dans les calcaires marmorisés et dans les roches entièrement silicatées provenant de la transformation des marnes calcaires. Les roches métamorphiques entièrement silicatées sont remarquables par leur très grande cristallinité, comparable pour quelques-unes d'entre elles à celle des roches gneissiques. Elles sont associées entre elles ou alternent avec des calcaires marmoréens et constituent de nombreux types pétrographiques qui passent les uns aux autres, ainsi qu'aux calcaires cristallins.

Les *cornéennes* sont des roches denses, très tenaces ou très fragiles, souvent rubanées. L'abondance des micas les fait parfois passer aux schistes micacés : leurs éléments essentiels sont le dipyre, les feldspaths (orthose et plagioclases basiques souvent associés), des pyroxènes, des amphiboles, de la tourmaline, des micas, du sphène, et du rutile. Le dipyre ou les feldspaths dominent suivant les gisements ; la structure présente de grandes variations, la structure pœcilitique y est très fréquente.

Les *schistes micacés* ressemblent parfois à des micaschistes tant leur cristallinité est grande ; la biotite domine, associée à un élément blanc : dipyre ou feldspath. Tantôt la roche paraît homogène, tantôt elle présente de nombreuses taches blanches, constituées par du dipyre ou plus rarement par un feldspath généralement très riche en grains microscopiques des autres éléments.

Les *roches amphiboliques* offrent l'apparence soit d'une diorite, soit d'une amphibolite, le microscope y montre l'abondance du dipyre et des feldspaths.

Dans toutes les roches de contact immédiat de la lherzolite, le pigment charbonneux originel a disparu, mais quand on peut les observer à quelques centaines de mètres de la roche éruptive, on retrouve ce pigment intact, même en présence de minéraux métamorphiques.

Le dipyre, toujours xénomorphe dans les roches silicatées, prend au contraire des formes remarquablement nettes dans les calcaires. A la montée du port de Massat et à l'étang de

Lherz, on peut recueillir des cristaux de 4 cent., colorés en noir par de la matière charbonneuse : ces cristaux (*couseranite* de Charpentier) ont les faces prismatiques très nettes, mais ne montrent jamais de pointement distinct.

Je n'ai observé qu'un contact de lherzolite et de grès (près de l'étang de Lherz) ; ces roches sont transformées en quartzites avec rutile, tourmaline, andalousite, sillimanite et biotite.

Au point de vue général de l'histoire du métamorphisme, l'étude des contacts de lherzolite présente une grande importance. Les sédiments liasiques à l'état normal ne renferment, en fait de minéraux individualisés, que de la calcite et parfois un peu de quartz ; tous les minéraux cristallisés qu'ils renferment au contact de la lherzolite sont donc bien liés à la venue de cette roche. Ils ne se rencontrent qu'auprès d'elle et d'autant plus abondamment que le gisement considéré en est plus rapproché.

L'influence de la chaleur fournie par la roche éruptive est nettement mise en évidence par ce fait, qu'au contact de la Lherzolite, les sédiments ont complètement perdu leur matière charbonneuse qui reparaît à quelques centaines de mètres du contact. L'impuissance de la lherzolite à opérer des transformations métamorphiques par l'action de sa propre substance est démontrée par l'absence de zones de passage entre elle et les sédiments métamorphiques et par la nature des minéraux produits à son contact. Tandis que la lherzolite très magnésienne est dépourvue d'alcalis, les sédiments métamorphisés, au contraire, en renferment en abondance (dans le dipyre, les feldspaths, la biotite), ainsi que d'autres éléments tels que le bore (dans la tourmaline), par exemple, qui n'existent pas davantage dans la roche éruptive.

La roche modifiée a fourni une partie des éléments nécessaires à la formation des minéraux néogènes, mais beaucoup de ces éléments ont été nécessairement apportés des profondeurs, sous forme d'émanations, ayant une composition chimique différente de celle qu'à priori on pouvait supposer, étant connue la composition de la lherzolite.

Quant aux phénomènes de contact des ophites, ils présentent la plus remarquable analogie avec ceux de la lherzolite,

ils n'en diffèrent guère que par leur intensité moindre ; les roches entièrement silicatées ne constituent plus qu'une exception et leur cristallinité est toujours plus faible que dans le cas précédent. De plus, dans les contacts ophitiques, l'orthose, le microcline et les feldspaths calco-sodiques sont absents, le pyroxène rare, tandis qu'au contraire, l'albite (présentant toujours la combinaison des macles de l'albite, de Carlsbad et du Roc Tourné), les chlorites (leuchtenbergite), les cristaux de quartz deviennent très abondants. La tourmaline brune est distribuée moins régulièrement dans ces contacts, mais s'y rencontre localement en très grande abondance et en énormes cristaux.

Les transformations métamorphiques dues aux ophites peuvent être plus exactement comparées à celles qui s'effectuent à quelque distance de la lherzolite qu'à celles observées au contact immédiat de cette roche :

Les roches modifiées sont des marnes, des calcaires (avec quelquefois du gypse et de l'anhydrite), appartenant au Trias ou au Lias.

Granite

Le granite des régions qui sont visitées par le Congrès et notamment celui du Quérigut (Ariège) est un granite à biotite, à gros grains, souvent rendu porphyroïde par l'existence de grands cristaux de microcline, atteignant plusieurs centimètres. Cette roche est remarquablement homogène sur de très grandes surfaces, quand on l'examine loin des contacts, et remarquablement inhomogène et riche en enclaves variées quand on l'étudie auprès de certains contacts ; de toute façon du reste, les cristaux porphyroïdes manquent généralement au voisinage immédiat des roches sédimentaires.

La première région visitée par le Congrès permet de voir dans les environs d'Ax (Ariège), l'extrémité d'un énorme massif de granite ne mesurant pas moins de 50 kilom. de l'est à l'ouest. Il est en contact avec une série sédimentaire, continue depuis le précambrien jusqu'au permocarbonifère, et constituée, au point de vue minéralogique, par des schistes ardoisiers, des quartzites et des calcaires.

Au pic d'Arbizon (Hautes-Pyrénées), au contraire, le granite ne forme que de petites bosses au milieu des calcaires dévoniens, ce sont des dépendances d'un très grand massif granitique, celui de Néouvielle, qui sera touché aux environs de Barèges.



Fig. 2. — La région des contacts granitiques des pics de Balbonne, de Braguès, de l'Estagnet ; les trois étangs : Bleu, Noir et de Rabassolès.

Il existe dans les Pyrénées, notamment dans la Haute-Garonne et dans les Hautes-Pyrénées, de nombreux contacts granitiques, décrits depuis longtemps (1) présentant les types classiques de schistes noduleux, de schistes micacés-noduleux, de schistes micacés, puis de cornéennes à andalousite.

Les gisements de la Haute-Ariège ont été choisis à l'exclusion de ceux-ci pour montrer un exemple bien frappant des transformations plus intenses, analogues à celles qui ont été décrites dans d'autres gisements français par M. Michel-

(1) *Notes à consulter.* — De Charpentier. *Constit. géogn. des Pyrénées*, 1823. — Durocher. *Bull. Soc. géol.*, III, 546, 1846. — Zirkel. *Zeitschr. deutsch. geol. Gesells*, XIX, 175, 1867. — A. Lacroix, *Minéralogie de la France.* Andalousite et staurotide. — Et pour la constitution géologique de l'Ariège, Roussel. *Bull. serv. cart. géol.*, N° 35, avec carte géologique et nombreuses coupes.

Lévy et présentant avec une remarquable constance la feldspathisation des schistes : l'étude de ces schistes métamorphiques, tout aussi bien que celle des calcaires qui leur sont associés, montre l'importance prépondérante des émanations profondes dans la production des phénomènes métamorphiques de contact des roches éruptives.

Phénomènes de contact exomorphes

Schistes et quartzites au contact du granite (1). Les schistes argileux et les quartzites observés à quelque distance des contacts immédiats du granite, présentent les modifications bien connues auxquelles il a été fait allusion plus haut et sur lesquelles il n'y a pas lieu d'insister. L'andalousite est relativement peu abondante, toutefois, dans la région qui est visitée par le Congrès, et les cornéennes à andalousite y manquent totalement. Au contact immédiat du granite, en effet, s'observe une zone constante, dans laquelle les schistes et aussi les quartzites se chargent de feldspaths, soit par imbibition, ces minéraux jouant le même rôle que le quartz dans les schistes micacés, soit par injection en nature du granite lui-même. Il est possible de suivre, pas à pas, tous les stades de feldspathisation et les passages insensibles entre ces schistes feldspathisés *(leptynolites)* et le granite lui-même.

Celui-ci, dans les veines minces injectées, présente une modification de structure caractérisée par la présence de quartz microgrenu, mais il n'y a là qu'une tendance à la formation de *microgranite*, qui ne peut être décelée que par l'examen microscopique, la roche n'étant jamais macroscopiquement porphyrique.

Les phénomènes qui viennent d'être esquissés se manifestent encore dans les zones constituées par des alternances de schistes et de calcaires, mais les roches à tendance microgranitique subissent en outre des modifications chimiques endomorphes, caractérisées par le développement de plagioclases et de hornblende.

(1) *Notes à consulter.* — A Lacroix. *Bull. service Carte géol.*, n°s 53 et 64, et *C. Rendus.* CXII. 1468-1891 ; id. CXIV. 955. 1892 ; id. CXXVII. 570. 1898 et CXXVIII. 1469. 1899.

Quand l'imprégnation des schistes par le granite s'effectue sur une zone de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, comme dans la vallée de Baxouillade, on voit les phénomènes de feldspathisation, par imbibition et par injection se superposer ; il se produit des roches à faciès gneissiques, au milieu desquelles se trouvent çà et là des lambeaux de schistes présentant les divers stades intermédiaires de transformation.

Dans certains points, la roche ne saurait être distinguée du véritable gneiss, si elle ne contenait des enclaves micacées semblables à celles qui abondent dans le granite lui-même.

Calcaires au contact du granite. — Les calcaires ont été non moins modifiés, ils sont devenus des marbres à minéraux : *grenat grossulaire*, *épidote*, *zoïsite*, *pyroxènes*, *wollastonite*, *amphiboles*, *quartz*, *feldspaths*, *axinite*, lorsqu'ils étaient assez purs, alors que les lits argilocalcaires ou silicocalcaires se sont surtout transformés en *épidotites*, en *grenatites* et souvent en *cornéennes à feldspaths*, dans lesquelles on voit, comme dans les cornéennes, des lherzolites associés à l'orthose, le microcline ou l'orthose et l'anorthite.

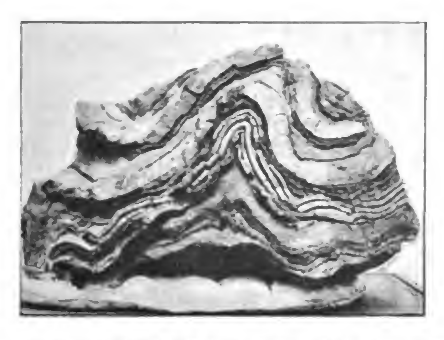


Fig. 3. — Alternance de lits plissés de calcaire et de quartzites calcaires donnant respectivement naissance au voisinage du granite, aux calcaires à minéraux et aux grenatites, épidotites.

L'intensité grandiose de ces phénomènes de transformation des calcaires frappera les Membres du Congrès qui remarqueront la très grande cristallinité de toutes ces roches, leur fréquente richesse en feldspaths qui permet de comparer la

composition et la structure de quelques-unes d'entre elles à celles des gneiss à pyroxène et à amphibole. Cette comparaison s'impose surtout dans les roches métamorphiques résultant de la transformation d'alternances de lits minces de schistes et de calcaires et présentant, superposés, les caractères des leptynolites et ceux des cornéennes.

La figure 3 montre l'association de lits minces de calcaires et de quartzites argilocalcaires, très fréquents dans les assises paléozoïques des Pyrénées, et donnant, par leur transformation, des calcaires à minéraux et des grenatites, épidotites ou des cornéennes, etc.

L'une des particularités importantes des contacts des Hautes-Pyrénées, notamment de ceux du pic d'Arbizon et des environs de Barèges consiste dans l'existence des roches à axinite *(limurites)*, décrites pour la première fois par M. Zirkel d'après des galets recueillis dans l'Adour, et dont j'ai pu montrer l'origine (1) et les variations minéralogiques.

C'est dans la zone la plus rapprochée du granite qu'elles se rencontrent. Elles se trouvent : 1° en lits, alternant avec les calcaires à minéraux et les bancs silicatés : 2° en amas, situés au contact du granite et des sédiments métamorphisés ; 3° en filons coupant ceux-ci ; 4° en filons dans le granite lui-même. Ces roches sont caractérisées par l'existence de l'*axinite* violette qui, parfois, constitue à elle seule toute la roche, mais le plus souvent est accompagnée de pyroxène (transformé en partie en amphibole vert d'herbe), de sphène, d'épidote, de pyrrhotite, de quartz, d'*orthose*, d'*albite*, de calcite et de chlorite, combinés entre eux suivant diverses proportions. Dans les lits intercalés au milieu des calcaires, j'ai observé aussi de l'idocrase, du grenat; les filons coupant le granite renferment souvent de l'allanite : ils sont pauvres en calcite ou en sont dépourvus.

Les filons de limurite, traversant le granite, sont mal limités latéralement, il y a passage insensible entre les deux roches par enrichissement mutuel en amphibole et en épidote ; la partie centrale du filon est souvent occupée par des géodes

(1) *Notes à consulter* : Zirkel. *N. Jahb. f. Miner.* 1879. 379. — A. Lacroix. *C.-Rendus.* CXV. 736. 1892; id. CXXVII. 673. 1898 ; et *Minéralogie de la France.* I.

de gros cristaux d'axinite ou, tout au moins, par des enchevêtrements miarolitiques à grands éléments de ce minéral.

Dans tous les gisements précités, l'axinite des limurites intercalées au milieu des calcaires est intimement associée à tous les minéraux métamorphiques de ceux-ci. A l'entrée du ravin d'Ourditz, près du col du Tourmalet (derrière le pic du Tourmalet représenté à droite dans la fig. 4), je l'ai même rencontrée en petits cristaux noirs, régulièrement distribués dans les calcaires de la zone à grenat pyrénéite. Or, s'il n'est



Fig. 4. — Le massif de Néouvielle et à droite une ramification du pic du Tourmalet. Le grand éboulis se trouve à la limite du granite (éboulis de gros blocs) et des assises schistocalcaires (schistes et calcaires à grenat pyrénéite), modifiées par lui (éboulis de petites pierres). — Photographie faite en montant de Lartigue au col du Tourmalet.

déjà pas douteux qu'une partie des éléments des calcaires métamorphiques (notamment les alcalis de leurs feldspaths) ait été apportée par les agents minéralisateurs qui ont accompagné la venue du magma granitique, la démonstration devient tout-à-fait probante quand on considère l'axinite. La composition chimique de ce minéral comprenant du bore et du manganèse ne permet pas d'expliquer sa naissance par une simple transformation physique des sédiments normaux ; ceux-ci ont eu, du reste, leur part habituelle d'influence dans la nature des minéraux déterminés par l'action des éléments

apportés ; c'est évidemment dans leur richesse en chaux et leur pauvreté relative en alumine qu'il faut rechercher la cause de la formation, dans les contacts qui nous occupent, de l'axinite plutôt que de la tourmaline, qui est le minéral boré accompagnant généralement les roches granitiques.

J'ai observé, non loin du Roc-Blanc (Ariège), au contact du granite et des calcaires qu'il métamorphise, un gisement de magnétite apportant une nouvelle preuve de la liaison indissoluble existant entre la production de ces émanations d'origine profonde et le métamorphisme du contact lui-même.

La formation des filons de magnétite est contemporaine du métamorphisme du calcaire. En effet, les silicates (grenat, pyroxène, amphibole), qui sont mélangés au minerai de fer du filon ou qui l'accompagnent en nids dans le calcaire, appartiennent aux mêmes groupes d'espèces que ceux qui se produisent sous l'influence du granite dans les calcaires de la région considérée, mais ils constituent des espèces plus ferrugineuses ; le grenat n'est plus du grossulaire, mais du mélanite ; le pyroxène n'est pas du diopside de couleur claire, mais un diopside passant à l'hédenbergite ; quant à l'amphibole, au lieu d'être à peine teintée en vert pâle en lames minces, elle est d'un vert extrêmement foncé et constitue une hornblende très ferrugineuse.

Quand on s'éloigne du filon, on voit sur son prolongement, dans le calcaire, les minéraux métamorphiques englober encore pendant quelques mètres des nodules ou des cristaux de magnétite, puis ceux-ci disparaissent et les silicates reprennent peu à peu leur composition et leur allure normales. La formation de la magnétite est donc due à l'exagération locale de la teneur en fer des émanations ayant accompagné la mise en place du granite. Par suite de l'insuffisance de la proportion de silice du milieu ambiant, il ne s'est pas formé uniquement des silicates comme dans les autres contacts de la région ; le fer a pu être réduit par le calcaire pour donner naissance à la magnétite, forme sous laquelle se présentent si souvent les minerais de fer produits au contact de cette roche.

L'existence de filonnets aplitiques du genre de ceux dont il va être question plus loin, traversant le filon de magnétite, montre, en outre, que, si la production de celle-ci n'est qu'un

épisode des phénomènes métamorphiques du granite, elle n'en est pas le dernier.

Roches filoniennes

Les roches métamorphiques des environs d'Ax, et notamment celles des vallées partant du Roc-Blanc (le congrès visite l'une d'elles, celles de Baxouillade), sont traversées par un très grand nombre de filons de roches blanches dont le grain est tantôt fin comme celui des aplites les plus compactes et tantôt gros comme celui des pegmatites. Leur épaisseur est souvent de quelques centimètres, elle dépasse rarement un mètre.

Au point de vue minéralogique, ces roches sont constituées par des feldspaths acides (microcline dominant, avec albite, oligoclases acides), et plus ou moins de quartz : le diopside, vert clair, est constant, parfois associé à de la hornblende, de la wollastonite et une petite quantité d'apatite, de zircon, de sphène, d'allanite, d'épidote et de zoïsite. Les éléments blancs dominent en général de beaucoup sur les autres minéraux ; mais, dans quelques cas particuliers, ces derniers se développent en grande quantité et la roche change de caractère pour passer à des épidotites ou à des pyroxénites plus ou moins feldspathiques et quartzeuzes. La structure de toutes ces roches filoniennes est franchement granulitique.

Ces filons ne peuvent être considérés comme le remplissage de fentes par une dernière poussée du magma granitique. En effet, ils ne traversent pas le granite, ni ses formes endomorphes ; ils partent directement du contact de celles-ci et des roches métamorphiques. Le passage à la roche éruptive est brusque et il n'y a souvent entre les deux roches aucun minéral commun ; c'est ainsi, par exemple, qu'on voit des filons constitués par du microcline, de l'albite, du quartz et du pyroxène, s'appuyer sur une paroi de diorite, constituée par de la hornblende, de la biotite et des plagioclases basiques avec une zone de transition ne dépassant pas quelques centimètres.

Il est donc nécessaire d'admettre que ces filons, qui n'existent que dans les contacts granitiques, sont le résultat de

transports moléculaires effectués par l'intermédiaire d'agents minéralisateurs ayant accompagné le magma granitique. Cette origine est encore prouvée par les passages insensibles de ces filons à des remplissages incomplets de fentes, dans lesquels se rencontrent de beaux cristaux de microcline, d'orthose, d'albite, de quartz, d'épidote, etc.

La considération de la nature des minéraux, constituant les filons qui nous occupent, conduit à un autre résultat important ; les plus abondants de ces minéraux, les feldspaths potassiques et sodiques, les plagioclases très acides, le quartz sont précisément ceux-là mêmes qui se produisent par action exomorphe, non seulement dans les schistes paléozoïques transformés au contact du granite de ces mêmes gisements, mais encore dans les calcaires et les cornéennes traversées par les filons en question. *Ces filons constituent donc une nouvelle preuve matérielle de la réalité de ces apports durables qui, dans un très grand nombre de cas, constituent le caractère essentiel des transformations métamorphiques de contact des roches éruptives;* ils résultent de la concentration de ces apports dans les fentes de la roche sédimentaire quand celle-ci, par suite d'une entière transformation, a cessé de pouvoir les absorber pour donner naissance aux divers types de roches métamorphiques.

Les minéraux calciques et magnésiens (pyroxène, wollastonite, épidote) que ces filons renferment en petite quantité résultent de la réaction de la paroi du filon sur les produits volatils ou dissous qui circulaient à sa proximité, et il n'est pas sans intérêt, à ce propos, de remarquer que ce sont eux aussi, les minéraux formés dans les sédiments métamorphiques voisins. Ainsi, les filons coupant les roches sédimentaires et formés sans aucun doute par apport extérieur à celles-ci, de même que les couches sédimentaires métamorphiques elles-mêmes tendent d'une façon générale vers une composition minéralogique *qualitativement* semblable ; mais il y a plus, quand l'influence de la paroi a été considérable, au lieu d'être limitée comme dans la plupart des cas, le remplissage des filons est constitué par des épidotites ou pyroxénites feldspathiques ou quartzeuses qui ne diffèrent pas *quantitativement* de celles qui résultent de la transformation des couches sédimentaires. C'est là encore une preuve nou-

velle en faveur de la théorie qui se refuse à ne voir dans les phénomènes de contact que de simples transformations physiques des sédiments qui les présentent.

On voit donc en résumé que l'étude des contacts des granites des Pyrénées tout aussi bien que celle des contacts des lherzolites et des ophites, conduisent à la même conclusion théorique.

Phénomènes de contact endomorphes du granite (1).

Tout près des contacts avec les assises schisto-calcaires qui viennent d'être passés en revue, le granite du massif du Quérigut renferme une série de lambeaux de calcaires ou d'assises schisto-calcaires n'ayant parfois que quelques mètres de plus grande dimension et atteignant dans d'autres cas plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Tantôt elles peuvent être suivies au milieu du granite d'une façon continue pendant plusieurs kilomètres, tantôt elles forment de petits lambeaux isolés au milieu de la roche éruptive, mais alors il est facile de voir que leur orientation est la même que celle des masses plus importantes et que celles-ci à leur tour ne peuvent être séparées au point de vue stratigraphique des roches minéralogiquement semblables qui constituent la bordure du granite. Je considère donc toutes ces couches métamorphiques isolées aujourd'hui au milieu du granite comme le résidu non digéré des assises sédimentaires dont le granite a pris la place par un procédé analogue à celui que M. Michel-Lévy a décrit dans diverses régions françaises. Toutes les fois que ces enclaves sont calcaires, le granite a subi à leur périphérie des transformations minéralogiques profondes dont le maximum s'observe dans les points où la barrière calcaire a été rompue.

Dans ces conditions, la place du granite normal est prise par du *granite* à *hornblende*, des *diorites* avec ou sans quartz : on voit apparaître parfois des *norites* avec ou sans olivine, des *hornblendites* et enfin des *péridotites*. L'association constante de la biotite et de la hornblende, l'existence de feldspaths calcosodiques remarquablement zonés constituent un air

(1) Notes à consulter : *A. Lacroix, C. Rendus*, CXXIII, 1021, 1896. et *Bull. Serv. C. géol.*, n° 64. 1898.

de famille des plus nets pour tous ces produits de transformation du granite. L'étude sur le terrain montre qu'il est impossible d'établir des délimitations nettes entre eux ; ils se succèdent parfois sur quelques centaines de mètres de distance, alors que dans d'autres cas, on les voit s'étendre, en apparence homogènes, sur plusieurs centaines de mètres. L'examen microscopique permet de suivre la gradation insensible de ces divers types les uns vers les autres. La nombreuse collection de plaques minces que j'ai étudiée fait voir le passage insensible et sans à-coup de ces deux roches aussi dissemblables que possible, un ***granite à biotite*** et une ***péridotite à hornblende.***

L'évidence de la transformation du granite par dissolution du calcaire est complète, toutes les fois que l'on trouve un lambeau calcaire pincé dans le granite, on le voit entouré de sa zone périphérique de roches amphiboliques et celle-ci n'existe que là ou encore sur le prolongement des affleurements du calcaire. On ne peut donc pas admettre que ces roches amphiboliques résultent d'une différenciation, effectuée dans le magma granitique sous l'influence d'une cause purement physique, puisque leur présence est liée d'une façon constante à la composition chimique de la roche contre laquelle on les observe.

Le contact de ces roches endomorphiques et des calcaires est toujours net ; il n'y a pas de zone intermédiaire comme pour le cas des contacts avec les schistes feldspathiques. Ce fait démontre bien la différence essentielle qu'il y a lieu de faire entre l'action en quelque sorte personnelle du magma et celle qui est due à des éléments volatils. La première donne naissance aux transformations endomorphes du granite lui-même ; elle s'effectue par dissolution du calcaire, assimilation de ses éléments, probablement fixation d'une partie des éléments volatils en dissolution dans le magma ; la seconde, constituant les phénomènes exomorphes, modifie le calcaire, sans détruire la structure générale de ses assises, développe dans sa masse du grenat, de l'épidote, du pyroxène, des plagioclases, de l'orthose et du microcline ; par l'une, le granite est basifié, par l'autre, la roche sédimentaire acidifiée.

La région dont il s'agit ici montre un cas simple, celui d'un contact profond dans lequel le granite s'est modifié

sur place, sans que des mouvements concomitants ou postérieurs aient déplacé de leur situation mutuelle les roches transformées. Il n'en est cependant pas toujours ainsi et il est possible de trouver dans le massif même de Quérigut des points où la croûte périphérique endomorphisée du granite a été rompue et ses fragments recimentés par du granite normal. Des roches de ce genre constituent des granites à faciès bréchiforme dans lesquels la proportion d'enclaves dépasse souvent celle du ciment.

Formation secondaire de zéolites (1)

En terminant, je ferai remarquer que les régions visitées par le Congrès permettent de constater un fait très général que j'ai cherché à mettre en lumière sur toute l'étendue de la Chaîne des Pyrénées. Il consiste dans le développement secondaire de *zéolites* bien cristallisées (chabasie, stilbite, laumontite, heulandite, etc.), dans les fentes des roches les plus variées (granite, formes endomorphes du granite, ophites, gneiss, calcaires sédimentaires, roches de contact du granite, des ophites et des lherzolites).

Dans beaucoup de cas, il est possible de voir que ces zéolites se sont produites et se produisent encore par altération sur place des feldspaths basiques et du dipyre, partout où les roches qui les renferment se trouvent exposées dans un milieu humide à de très grandes variations de conditions atmosphériques (notamment aux cols voisins des Névés).

Première journée. — Samedi 4 août

Rendez-vous à Ax-les-Thermes (Ariège), à l'hôtel Boyer, le samedi soir. Les membres du Congrès qui arriveront dans la journée à Ax, pourront visiter les établissements thermaux (sources sulfurées sodiques ; 68 à 73° C.); faire quelques kilomètres sur la route d'Espagne (jusqu'au Pont d'Espagne),

(1) *Notes à consulter* : *A. Lacroix. Comptes-Rendus*. CIX. 717. 1889 ; id. CXIV. 377. 1892, id. CXXII. 76. 1896.

pour voir les granites (granite à deux micas d'Ax, granite à biotite du Pont d'Espagne), les gneiss, ou mieux encore, sur la route du fort, où s'observent, dans le gneiss, de nombreux filons de granites à muscovite (*granulite* : Michel Lévy), et de pegmatites à grands éléments de microcline d'un gris bleu.

DEUXIÈME JOURNÉE. — **Dimanche 5 août**

Départ d'Ax (718m) à 4 heures du matin. La sortie d'Ax s'effectue sur les granites à deux micas et les pegmatites dont les filons traversent et métamorphisent le Précambrien. Nous prenons le vieux chemin de la forge d'Ascou, traversons la Lauze à la forge, puis longeons la rive droite de ce torrent, en restant sur les schistes précambriens et siluriens, fréquemment recouverts de glaciaire, riche en blocs de granite, de gneiss et des diverses roches qui seront vues en place plus haut. Au bout de cinq heures de montée, qui peuvent être faites à âne, nous arrivons au pied du col de Lègue; au voisinage du granite, les schistes ont peu à peu changé d'aspect et sont déjà très micacés ; nous abandonnons là nos montures qui seront retrouvées le soir.

Au col de Lègue, nous sommes sur les schistes très micacés contenant par places de la sillimanite et de l'andalousite. L'ascension du col de l'Estagnet, sur les mêmes roches, nous conduit à la ligne de partage des eaux de l'Océan et de la Méditerranée ; nous quittons la vallée de l'Oriège (affluent de l'Ariège) pour entrer dans celle de la Bruyante (affluent de l'Aude). Nous embrassons d'un coup d'œil les divers contacts qui vont être étudiés. A nos pieds, se trouve le petit étang de l'Estagnet (1.897m), nous descendons vers lui en inclinant à gauche vers le Roc de Braguès (2.270m) et touchons au premier contact des schistes et du granite. Les phénomènes d'injection feldspathique dans les schistes sont fort nets. Nous allons étudier une petite recherche de talc faite sur une enclave schisteuse du granite. En partant des schistes micacés, nous traversons successivement les schistes feldspathisés, le granite amphibolique riche en enclaves, divers types de diorites, environnant l'enclave de talc et se terminant au contact d'une épaisse masse de calcaire à gros cristaux de

grenat grossulaire ; ce calcaire alterne avec des cornéennes et des grenatites (beaux échantillons à recueillir). En ce point, les feldspaths basiques de la diorite sont partiellement transformés en laumontite ; le talc est traversé par des filonnets de quartz dont les cristaux présentent de remarquables déformations mécaniques.

Nous contournons le banc de calcaire, isolé au milieu du granite et constatons que, tout autour de lui, le granite est transformé en roches amphiboliques plus ou moins basiques, tandis que, du côté des schistes, il conserve son faciès normal. Nous descendons à l'étang pour déjeuner, puis en faisons le tour pour recueillir divers types de roches basiques endomorphes : norite, norite à olivine passant à la diorite et au granite à amphibole.

Fig. 5.
Contact du granite (G) et des calcaires (C) grenatifères de la recherche de talc (τ) de l'Estagnet. Le granite renferme des enclaves de schistes feldspathisés (S) et devient basique (D) et (D_q) au voisinage du lambeau de talc et de calcaire.

On peut aller toucher les contacts du roc de l'Estagnet et des trois étangs (Etang noir, étang bleu, étang de Rabassolès, fig. 2 et 6).

La ligne de crête franchie le matin est atteinte par le col de Liauzès (2.105^{m}). Dans une montée de moins de 300 mètres, on peut récolter presque tous les types endomorphes du granite : granite à hornblende, diorite quartzifère, diorite micacée, hornblendite et parfois péridotite à hornblende; les grands gisements de cette dernière roche se trouvent dans la vallée voisine, celle de

Fig. 6.
Coupe des contacts granitiques des étangs Noir et de Rabassolès : Même légende que pour la figure 5.

Balbonne (Valbonne). Sur les flancs du pic de Balbonne (2.322 m), dont nous longeons les éboulis, on peut voir des lambeaux de calcaire situés sur le prolongement de ceux de l'Estagnet, entourés eux aussi de roches endomorphisées basiques, celles-ci sont souvent traversées par des veinules de granite normal qui en empâte des blocs.

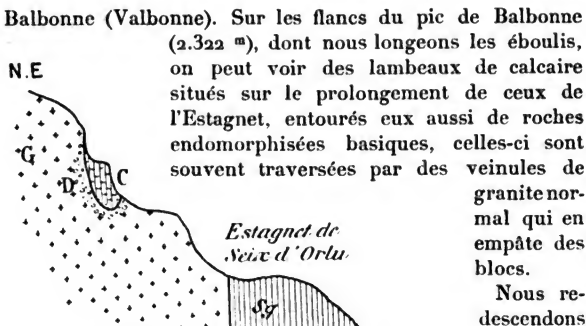


Fig. 7. — Contact au voisinage du col de Lianzès.

G. Granite englobant un lambeau de calcaire (C), entouré de diorite (D). Les schistes micacés S' sont feldspathisés au contact du granite Sg.

Nous redescendons au col de Lègue et revenons à âne par la même route jusqu'à la forge d'Ascou. La rentrée à Ax se fait par la nouvelle route, un peu plus longue, mais permettant de voir la coupe du Précambrien fortement métamorphisée au voisinage des granites d'Ax (quelques bancs de cornéennes à idocrase). Retour à Ax, vers 7 heures du soir.

Troisième journée. — Lundi 6 août

Départ à 3 h. 30 du matin. Nous allons en voiture jusqu'à la forge d'Orlu (1 heure) (930 m), en coupant le gneiss et de nombreuses masses de granite à deux micas et de pegmatite à grands éléments. A la forge, vue de la Cascade de Gnoles descendant du lac Naguille. Nous remontons ensuite, à pied ou à âne, la vallée de l'Ariège, d'abord sur le glaciaire, puis au milieu des éboulis tombés des crêtes qui dominent la rive gauche de la rivière ; nous y trouvons des gneiss et la plupart des types de roches granitiques endomorphisées étudiées la veille (en particulier les hornblendites et diorites basiques, dont les fentes sont fréquemment recouvertes de larges rosettes de tourmaline).

Au pont Justinian (2 h. 30 de la Forge), il faut abandonner les montures, traverser l'Ariège et entreprendre à travers bois d'abord, puis au milieu des rochers, sans bon sentier, une ascension assez pénible d'un minimum de 3 h. 30. Elle se fait en partie sur des roches gneissiques très dynamométamorphisées et en partie sur des lambeaux schisteux, prolongement de ceux que nous avons vus hier aux cols de Lègue et de Liauzès. Ils sont imprégnés par le granite et très feldspathisés par places. En avançant dans le ravin, nous entrons dans le granite, passant insensiblement à des roches amphiboliques (granite à amphibole, diorite), et au milieu desquels se trouvent des enclaves de schistes et de calcaires, offrant divers stades de transformation métamorphique : ils restent orientés comme les schistes qui forment la bordure de la masse éruptive. Laissant à notre droite la petite vallée de la Porteille d'Orlu, nous gagnons l'étang de Baxouillade (1.975m), où a lieu le déjeuner.

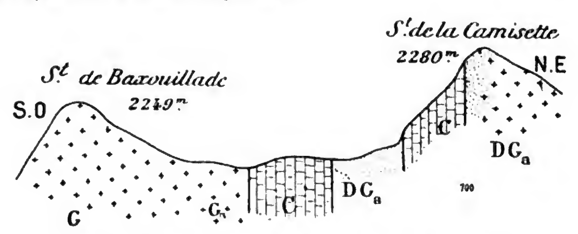


Fig. 8. — Coupe passant par la vallée de Baxouillade. (Même légende que pour la fig. 5).

A partir de l'étang, les lambeaux de schistes et de calcaires deviennent de plus en plus abondants dans le granite, et bientôt ce sont eux qui dominent, constituant en partie le Roc Blanc (2.543m) qui, de sa masse imposante, domine le fond du ravin, le Roc de la Camisette (2.500m), le pic de Camp-Ras (2.554m).

Nous allons dans le haut du Cirque de Camp Ras (à l'altitude 2.300m environ), faire une ample collection de tous les types de roches sédimentaires métamorphiques de la région et de leurs nombreux minéraux (grenat en rhombododécaèdres, idocrase en grande masses bacillaires blanches,

diopside, hornblende, etc.). L'intérêt principal de ce gisement réside surtout dans la fréquente alternance de lits minces de calcaires et de schistes qui, une fois métamorphisés, donnent individuellement naissance à des lits schisteux feldspathisés à faciès gneissique et à des roches grenues à pyroxène, amphibole, feldspaths basiques, rappelant d'une façon frappante les gneiss granulitiques à pyroxène. La chabasie se rencontre dans les fissures de toutes ces roches.

Les roches métamorphisées sont traversées par de nombreux filonnets de roches blanches, sortes d'aplites à diopside (voir page 13).

Si l'heure le permet, nous faisons l'ascension de la porteille de Baxouillade (2.420 m), pour voir, à la descente du côté de la vallée de Laurenti, le granite extrêmement riche en enclaves basiques.

Nous redescendons par le même chemin au pont Justinian, où nous attendent les montures, puis revenons prendre les voitures à la forge d'Orlu.

La descente du lac de Baxouillade à la forge *peut* se faire en 4 heures de marche rapide. Arrivée à Ax vers 8 heures du soir environ.

Quatrième journée. — Mardi 7 août

Départ en voiture à 6 heures du matin. Nous allons à Caussou en passant par Luzenac, nous traversons les assises siluriennes, puis dévoniennes et carbonifères (entre Luzenac et Caussou) ; elles ne sont pas fossilifères.

Les voitures nous conduisent jusqu'à l'entrée du ravin du bois de Fajou, nous grimpons sur des talus d'éboulis, puis sur des rochers assez raides (environ 300 mètres) pour arriver à un magnifique contact de lherzolite et des calcaires marneux liasiques. Il n'existe aucun phénomène endomorphe dans la lherzolite, mais les assises sédimentaires sont profondément métamorphisées. Elles sont relevées verticalement appliquées contre la lherzolite ou reposent par places sur elle. Elles sont transformées en *cornéennes* compactes à dipyre avec ou sans grands cristaux d'amphibole et de pyroxène, en *schistes micacés* tachetés à dipyre. Toutes ces roches offrent une très grande variété de types de composition miné-

ralogique et de structure différentes : il existe aussi quelques calcaires à dipyre. Les zéolites et en particulier la chabasie sont très abondantes dans toutes les fentes.

Des blocs de lherzolite et des roches qu'elle métamorphise se rencontrent en galets dans la brèche du Jurassique supérieur qui recouvre la lherzolite.

Un petit pointement de lherzolite à hornblende peut être vu dans le voisinage.

Retour à Luzenac pour déjeuner. Visite d'un moulin à talc. Ce talc est exploité à Trimounts sur la bordure ouest du massif du pic St-Barthélemy (dans les calcaires siluriens au voisinage de roches granitiques).

Les voitures nous conduisent dans l'après-midi à Tarascon, puis à Arnave, où nous visitons des carrières de gypse triasique plaqué contre les schistes cristallins. Ils sont accompagnés de calcaires chamois, semblables à ceux que nous retrouverons à Pouzac et, comme eux, ils sont métamorphisés par une ophite. Dans la carrière, on voit que le gypse résulte de l'altération d'anhydrite ; il renferme des lits riches en minéraux métamorphiques qui se retrouvent dans les lits marneux. Ces minéraux métamorphiques sont extrêmement variables dans un même banc : l'actinote, l'albite, la leuchtenbergite, le quartz, la pyrite sont les plus constants : le dipyre, la tourmaline brune sont extrêmement abondants quand on les observe, mais ils ne peuvent pas être toujours rencontrés.

L'ophite ne se voit pas dans la carrière, mais peut être observée en face près de la chapelle St-Paul ; elle contient des veinules de prehnite.

Coucher à Tarascon.

Cinquième journée. — **Mercredi 8 août**

Départ en voiture à 6 heures pour Arignac. Nous étudions le gisement de cipolins intercalés dans les gneiss ; ils sont localement riches en minéraux du groupe des humites (1) (humite, chondrodite, clinohumite) jaunes ou rouges, en

(1) Note à consulter : A. Lacroix. *Bull. Serv. Carte géol.* n° *11*.

péridot, spinelle, amphibole, phlogopite, rutile, etc. Ces minéraux se concentrent localement pour constituer des roches entièrement silicatées.

Visite des carrières de gypse d'Arignac, se trouvant dans les mêmes conditions que celles d'Arnave. Retour à Tarascon pour déjeuner.

Dans l'après-midi, départ en voiture pour Vicdessos ; nous traversons sans arrêt pendant 6 kilom. environ une épaisse barrière de calcaires secondaires pour entrer, à partir de Capoulet, dans une formation à faciès gneissique, renfermant quelques intercalations de cipolins et de nombreuses bosses granitiques ; elle appartient soit à la partie supérieure des schistes cristallins, soit à la base du Silurien. A Cabre, nous nous arrêtons quelques instants dans une carrière, exploitée pour l'empierrement des routes, au milieu de bancs d'*épidotite* intercalés dans les schistes gneissiques. Dans cette épidotite, s'observent de grandes masses de malacolite, à plans de séparation basiques, dont les individus constituants dépassent souvent plus d'un décimètre de plus grande dimension.

Un peu plus loin sur la route, se trouve le point d'arrivée du câble descendant le minerai de fer de la mine de Rancié.

Coucher à Vicdessos.

SIXIÈME JOURNÉE. — **Jeudi 9 août**

Départ à 6 heures du matin. Nous montons au village de Sem sur les calcaires schisteux du Lias, allons toucher un pointement de lherzolite, situé au-dessous du village, puis gagnons le chemin forestier de Lercoul, en laissant à notre droite les mines de fer de Rancié.

Le chemin forestier monte sous bois dans les calcaires jurassiques, coupe un pointement d'ophite très altérée et enfin atteint près de la Croix de Ste-Tanoque un gisement assez important de lherzolite. Celle-ci est plus altérée que dans la plupart des autres localités visitées par le Congrès ; c'est cette roche en partie serpentinisée que Cordier a appelée *lherzoline* ou *lhercoulite*, la prenant pour une lherzolite à

structure spéciale. Elle renferme quelques concentrations de minéraux non péridotiques (diopside, bronzite, picotite).

Au voisinage de cette lherzolite, s'observent des cornéennes à dipyre et des schistes micacés tachetés à dipyre (fig. 9). Parmi les blocs glaciaires épars aux alentours, on peut recueillir de nombreux échantillons du schiste micacé à grands cristaux d'andalousite qui constitue le type habituel du précambrien de la région.

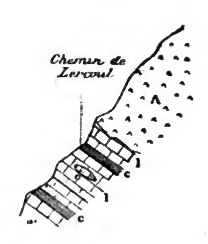


Fig. 9.
Contact de la lherzolite (A) de Lercoul et des Assises jurassiques; l. Calcaires marmoréens, etc.; c. Cornéennes à dipyre.

Du haut de la Croix de Sainte-Tanoque, belle vue sur la vallée de Siguer et sur ses ardoisières siluriennes.

Après un déjeuner dans le bois de la Fare, nous allons visiter les mines de Rancié. Ce gîte ferrifère consiste en une série d'amandes en chapelet, séparées par des étranglements successifs et situés dans un calcaire silurien. Le minerai courant est de la limonite, souvent concrétionnée stalactiforme et fibreuse, fréquemment manganésifère et associée à de l'hématite, de la göthite, de la manganite, de la psilomélane.

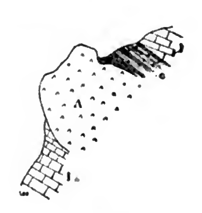


Fig. 10.
Petite bosse de lherzolite (A) du col del Picouder près Vicdessos, intrusive dans le calcaire (l) et les cornéennes (c).

Le minerai originel est de la sidérite, que l'on trouve parfois en blocs non oxydés avec des mouches de galène, de blende, des enduits de greenockite.

Nous redescendons à Vicdessos; si l'heure le permet, nous allons toucher au dessus du bourg deux gisements de lherzolite; le premier n'a que quelques mètres de surface, mais sa nature intrusive est très nette et les roches métamorphiques peuvent être facilement étudiées autour de ces

petits affleurements (fig. 10 et 11) ; le second (Porteteny).

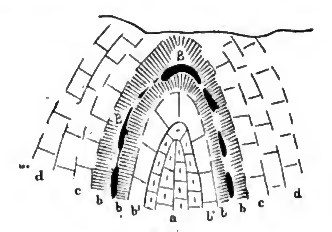


Fig. 11.

Détail d'un petit pli des assises métamorphisées par la lherzolite du col del Picouder : a. Calcaire à dipyre ; b'. Calcaire à dipyre et amphibole ; b. Calcaire à amphibole avec lits irréguliers entièrement silicatés ; c. et d. Calcaires avec peu de dipyre, amphibole, etc.

permettra de recueillir sans peine des échantillons remarquablement frais.

Coucher à Vicdessos.

Septième journée. — **Vendredi 10 août**

Départ à 5 heures du matin de Videssos (693m). L'excursion peut être faite à âne. Nous prenons le chemin forestier de la forêt de Freychinède (côté droit de la vallée de Suc) ; le chemin est taillé dans la brèche calcaire supérieure (Jurassique supérieur ou Infracrétacé), sous laquelle apparaissent de nombreux pointements d'ophite dipyrisée, de lherzolite et des divers types de roches de contact, étudiées dans les gisements précédents. Il n'est pas possible de voir nettement leurs relations mutuelles, le chemin restant constamment dans le bois et étant souvent taillé en corniche dans le roc, mais on peut recueillir dans cette partie de la course de très belles roches métamorphiques et en particulier des schistes micacés tachetés à dipyre et des roches amphiboliques ; les zéolites y sont abondantes.

A la sortie du bois, les gisements lherzolitiques d'Escourgeat et de Bernadouze montrent pour la première fois la brèche lherzolitique (fig. 12). On y observe aussi au milieu

de la lherzolite de nombreuses pyroxénolites et hornblendites (voir page 2).

Le sentier est resté jusqu'à présent dans les calcaires jurassiques et les lherzolites, mais à très peu de distance du granite et des schistes feldspathisés du même type que ceux de la route de Capoulet à Vicdessos. Nous laissons à notre gauche la tourbière de Bernadouze pour monter dans cette nouvelle formation, puis nous regagnons bientôt les schistes du Lias ; beaux échantillons à recueillir, riches en très gros cristaux de dipyre noir. Nous montons ainsi à la limite de ces deux catégories de roches jusqu'au col de Massat (1.628 m), puis nous redescendons à l'étang de Lherz (1.390 m). Dans cette descente, la vallée naissante est dominée à gauche par les calcaires secondaires, renfermant des pointements de lherzolite dont les blocs éboulés jonchent le sol, et à droite par le granite et les schistes granitisés du massif des Trois-Seigneurs.



Fig. 12.
Lherzolite de Bernadouze recouverte par la brèche lherzolitique.



Fig. 13.
Contact de la lherzolite (Λ) et des calcaires (l) et schiste micacés, cornéennes (s) du ravin de l'Homme-Mort, près l'étang de Lherz. La lherzolite est recouverte par la brèche lherzolitique (b¹).

Nous arrivons à l'étang de Lherz entre midi et une heure pour déjeuner. Trois heures sont nécessaires pour descendre par un bon sentier, puis une route à Massat ; ce trajet est peu intéressant et doit être fait rapidement (massif de granite à muscovite et de schistes siluriens métamorphisés par lui, puis épaisse formation de schistes ardoisiers siluriens non modifiés et enfin schistes crétacés). L'après-midi peut donc être en partie consacrée à l'étude des environs de l'étang de Lherz. Plusieurs programmes peuvent être réalisés au choix des membres du Congrès. Le plus fatigant, mais le plus

intéressant, consiste à remonter dans la direction suivie le matin et à atteindre, après au moins deux heures d'ascension assez pénible (environ 700 mètres à monter dans les rochers et les éboulis), le pointement de lherzolite de la Fontète rouge et des ravins de l'Homme-Mort, qui offre un remarquable contact du même type qu'à l'Escourgeat, mais avec abondance de roches grenues feldspathiques (fig. 1 et 13).



Fig. 14. — Lapiez dans les calcaires secondaires au sud de la butte lherzolitique de l'étang de Lherz.

On peut d'autre part rester à l'étang de Lherz, fouiller le massif de lherzolite lui-même (lherzolite normale et lherzolite serpentinisée, brèche lherzolitique et toutes ses variétés, pyroxénolites et hornblendites). Un très petit affleurement de roches métamorphiques existe sur le revers nord de la butte lherzolitique, où s'observent dans le calcaire de très beaux lapiez (fig. 14).

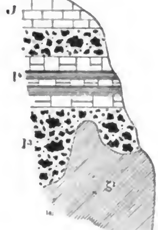


Fig. 15.
Coupe du pied du Mont Béat, près du col d'Eret; ζ^1. Schistes feldspathisés; l^3. Brèche inférieure; l^4. Calcaire noir du Lias moyen à dipyre, recouvert par la brèche calcaire supérieure (J).

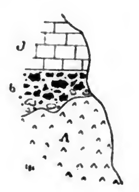


Fig. 16.
Lherzolite recouverte par la brèche lherzolitique, puis la brèche calcaire supérieure. Mont Béat, près l'étang de Lherz.

Au pied du Mont-Béat (1.903 m) qui domine, à l'ouest,

l'étang, les calcaires noirs du Lias moyen sont riches en très gros cristaux de dipyre (fig. 15).

Enfin, dans le lit du ruisseau du Bastard, les membres du Congrès pourront observer des schistes feldspathiques très altérés, riches en dipyre secondaire (formé aux dépens des plagioclases) et enzéolites (chabasie, stilbite).

Coucher à Massat. Ce petit chef-lieu de canton est l'un des rares points des Pyrénées, où il est possible encore de voir des costumes locaux que les paysannes revêtent les jours de fête.

Huitième journée. — **Samedi 11 août**

Départ à 5 heures du matin. Le trajet de Massat à Saint-Girons est fait rapidement en voiture. La route traverse d'abord les schistes crétacés (d'après M. Roussel), puis les calcaires jurassiques. Arrêt près de Biert pour toucher un pointement ophitique.

La route traverse ensuite pendant 12 km. soit les schistes paléozoïques, soit le granite ; on constate l'intensité croissante du métamorphisme à mesure que l'on se rapproche du granite (schistes simplement micacés à schistes feldspathiques). Près du Pontaut d'Aleu, un banc de calcaire est riche en nodules de zoïsite rose ; au pont de Kerkabanac, arrêt de quelques minutes près d'un point où la granitisation des schistes est particulièrement remarquable.

Jusqu'à Lacourt, nous restons encore dans les schistes micacés à faciès plus ou moins micaschisteux ou gneissique : le granite est visible en nombre de points sur les deux rives du Salat ; nous le coupons à l'entrée du village de Lacour. A la sortie de celui-ci, une ophite est exploitée ; elle est associée à un gîte de gypse triasique. Cette ophite est riche en produits secondaires (quartz, épidote, etc.), mais ne contient pas de dipyre.

La route entre alors dans les calcaires secondaires qu'elle ne quitte plus jusqu'à Saint-Girons.

Départ par le train de 9 heures pour Bagnères-de-Bigorre. Arrivée à deux heures environ. La soirée est consacrée à visiter les sources thermales salines (33° à 50° C), la collec-

tion pyrénéenne de M. Ch. Frossard et les scieries de marbre des Pyrénées.

Neuvième journée. — Dimanche 12 août

Départ à 6 heures du matin pour Pouzac (4 kilomètres à pied environ). La matinée est employée à l'étude de la *syénite néphélinique* (1), de l'ophite et de ses phénomènes de contact. Nous observons d'abord près de Bagnères des calcaires chamois (Trias?) peu métamorphisés; nous les suivons sous bois en marchant vers l'ophite; nous rencontrons alors des types très nombreux et très curieux de calcaires et de marnes calcaires à dipyre, actinote, albite, quartz, etc. Près du château de l'Angle, apparaissent l'ophite et sa brèche, l'une et l'autre très dipyrisées, puis la syénite néphélinique de la Sablière de Pouzac avec ses accidents basiques et sa zone de contact à faciès trachytique.

Retour à Bagnères par le chemin de fer pour déjeuner: puis départ en voiture pour Payole par la vallée de Campan. La route traverse les calcaires et schistes jurassiques (à la base, calcaire de Sarrancolin attribué à l'Infralias, puis Lias et enfin dolomies et calcaires du Jurassique supérieur. Brèche calcaire à éléments de lherzolite à Médous). Au-delà de Sainte-Marie, la route coupe les poudingues quartzeux du permo-trias et entre dans les grès et les schistes du carbonifère de Payole. C'est au milieu d'eux que se trouvent intercalées des lentilles de calcaires amygdalins (marbres de Campan) exploités à l'Espiadet; ils renferment *Clyphioceras crenistria*.

Visite des carrières de marbre et coucher à Payole (1110^{m}).

Dixième journée. — Lundi 13 août

Départ à 4 heures du matin. La course, longue mais peu fatigante, peut être faite en partie à âne. Nous montons par le bois d'Arreiou-Tort.

(1) Notes à consulter: Goldschmidt, *N. Jahrb. Miner.*, 1881: Frossard; *Bull. Soc. Ramond*, 1892, A. Lacroix. *C. Rendus* CVI, 1031, 1888; et CX., 1011, 1890, et *Bull. Soc, géol.*, XVIII, 511, 1890.

La coupe suivante, que je dois à l'obligeance de M. Bresson, qui étudie la stratigraphie de cette région, permet de se rendre compte de l'allure des couches traversées ; elle est peu visible le long même du sentier gazonné que nous suivons. Le sommet (1911m), situé au N.-O. des cabanes de Camoudière, auxquelles commence la véritable ascension, est constitué par des quartzites et des schistes à goniatites du Dévonien supérieur.

Arrivés au petit lac d'Arron (2120m), après avoir traversé le synclinal à noyau carbonifère (schistes et grès), nous ne tardons pas à atteindre les calcaires rubanés et les quartzites du Dévonien supérieur, au milieu desquels se trouvent des pointements de granite un peu amphibolique. Loin du granite, ces calcaires et quartzites ont souvent conservé leur pigment charbonneux, le calcaire se charge de petits grenats (type pyrénéite), les lits siliceux se transforment en cornéennes, riches en grenat, épidote, zoïsite : plus près du granite, le calcaire devient blanc, le grenat prend la forme que nous lui avons déjà vue dans les contacts de l'Ariège, il est accompagné d'idocrase. Les cornéennes deviennent à plus grands éléments et se chargent d'orthose, etc. : toutes les fentes de ces roches se tapissent de larges rosettes d'idocrase, atteignant plusieurs décimètres de diamètre. Enfin, en de nombreux endroits, apparaît, en grande quantité, l'axinite qui, tantôt accompagne tous les minéraux précédents dans les calcaires et les cornéennes et tantôt constitue presque à elle seule des masses énormes de roches distinctes (limurites) (voir page 10). Ces roches à axinite ne se rencontrent pas seulement comme produit de transformation de calcaire, elles constituent aussi des filonnets dans le granite. Les cristaux d'axinite des limurites ont la forme de ceux de Botallack ; on trouve parfois dans le granite des cristaux du même minéral, offrant, au contraire, la forme de l'axinite de l'Oisans.

Dans le fond du cirque que dominent les dents calcaires du pic d'Arbizon (2831 m) et les flancs est, nord et ouest du pic de Montfaucon, les membres du Congrès pourront faire une abondante collection de minéraux et se rendre compte de l'importance des émanations borées qui caractérisent ces contacts granitiques ; il est à noter que la tourmaline y est extrêmement rare.

Nous recueillons également des blocs éboulés de *labrado-*

rites à grands cristaux de labrador ; ces roches forment de

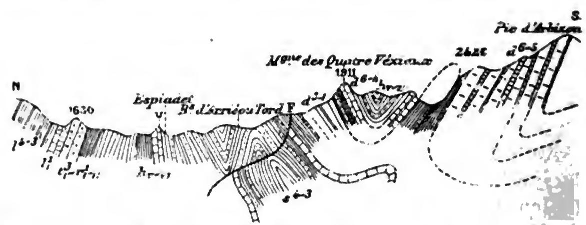


Fig. 17. — Coupe N. S. passant par le pic d'Arbizon et Payole (communiquée par M. Bresson) (Echelle de longueur 1/80000).

l^{4-3}. Lias ; l'_1. Infralias ; t^3_1-r^1_{1-11}. Trias et Permien ; h_{v-vi}. Schistes et calcaires du carbonifère ; d^{6-5}. Dévonien supérieur ; d^{3-1}. Dévonien inférieur ; s^{4-3}. Schistes carburés du Gothlandien.

nombreux filons très minces dans les schistes et calcaires du fond du cirque d'Arbizon et de Montfaucon.

Onzième journée. — **Mardi 14 août**

Retour en voiture à Bagnères et dislocation de l'excursion.

Variante :

Les deux jours disponibles avant l'ouverture du Congrès à Paris permettraient de modifier la fin de l'excursion et de faire une très rapide excursion à Barèges. Voici quel en serait le programme :

Départ en voiture à 5 h. m. de Payole à Gripp, même chemin que celui parcouru le 12. A Gripp, nous prenons la route du Tourmalet, sur des schistes carburés du Silurien supérieur. A Lartigues, calcaires et schistes dévoniens jusqu'à Barèges. En sortant de Lartigues, cascades de Gripp et en montant le grand lacet de la route, panorama du pic du Midi couronné par l'Observatoire (2.877 m) (fig. 18). Au-delà de l'Abri, les schistes subissent l'influence du granite et deviennent maclifères. Les crêtes granitiques du massif du Néouvielle se développent devant nous et viennent toucher les schistes et calcschistes du pic du Tourmalet (fig. 4). Vallée de Barèges (vallée du Bastan), dominée au nord par les crêtes dévoniennes de Pène Blanque (2630 m) et au sud par



Fig. 18. — Le pic du Midi de Bigorre, vu de la route du Tourmalet, au-dessus de Lartigues.

le granite du Néouvielle (2852^{m}), séparé de la vallée par les pics calcaires d'Espade, de Campana, de la Piquette déras lids (2280 mètres). Une série de ravins N.-N.-O. entame ces calcaires et le granite et permet d'étudier leurs contacts. Ces contacts rappellent ceux du pic d'Arbizon ; la zone métamorphisée de calcaire noir est plus épaisse ici qu'ailleurs ; c'est au milieu de celle-ci que se trouve le gisement classique des cristaux de grenat pyrénéite, associés parfois à de petits cristaux d'axinite. L'intérêt tout spécial de ces contacts réside dans l'existence d'un paquet de calcaires rubanés, épais de près de cent mètres, qui, au contact immédiat du granite, est entièrement transformé en un mélange d'axinite et d'épidote. Les phénomènes d'émanations boriques ont donc été dans ce gisement non moins grandioses qu'à l'Arbizon.

Sur la route du Tourmalet et dans les ravins des environs de Barèges, nombreux filons minces de labradorites.

En descendant à Barèges, nous recueillons sur la route des zéolites qui tapissent les fentes des schistes et calcschistes dévoniens (heulandite, stilbite, brewsterite).

Les calcaires et cornéennes qui constituent la Piquette déras lids, sont traversés par de nombreuses fissures que

tapissent de beaux cristaux de quartz hyalin, d'épidote, de prehnite, d'axinite, de calcite, des fibres d'asbeste, etc.

Coucher à Barèges (1232 m). Visite, si l'heure le permet, des sources thermales sulfurées sodiques (45°C).

Douzième journée. — Mercredi 15 août

Départ en voiture à 5 heures du matin pour Pierrefitte.

La descente de Barèges à Luz s'effectue dans le Dévonien, contre lequel est plaqué du glaciaire.

Nous rejoignons à Luz la vallée de Gavarnie que nous descendons jusqu'à la station de Pierrefitte. A part quelques filons de labradorite, il n'existe pas dans cette vallée de roches éruptives. La coupe suivante (fig. 19) communiquée

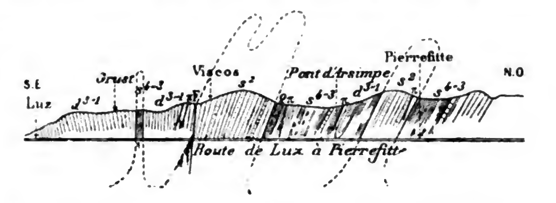


Fig. 19. — Coupe de la route de Luz à Pierrefitte (communiquée par M. Bresson). Echelle des longueurs 1/80000.

s^2. Ordovicien (schistes en grandes dalles et quartzites) ; s^{4-3}. Gothlandien (Schistes carburés à graptolithes et calcaires à Orthocères) ; d^{3-1}. Dévonien inférieur (*Phacops, Atrypa reticularis, Fenestelles*).

π. Filon de Labradorite ; Q. Filon quartzeux avec blende.

par M. Bresson, montre la succession des couches paléozoïques et leur interprétation théorique.

Départ de Pierrefitte vers 11 h. m., pour arriver à Paris le 16, à 8 h. m.

ITINÉRAIRE

Samedi	4 août	—	Rendez-vous à *Ax-les-Thermes*, Hôtel Boyer (le soir).
Dimanche	5 »	—	Col de Lègue, col de l'Estagnet, *Ax-les-Thermes*.
Lundi	6 »	—	Forge d'Orlu, ascension à Baxouillade, *Ax-les-Thermes*.
Mardi	7 »	—	Luzenac, Caussou, Arnave, *Tarascon*.
Mercredi	8 »	—	Arignac, *Vicdessos*.
Jeudi	9 »	—	Sem, Croix de Sainte-Tanoque, Rancié, *Vicdessos*.
Vendredi	10 »	—	Vallée de Suc, Etang de Lherz, *Massat*.
Samedi	11 »	—	Saint-Girons, Biert, Lacourt, *Bagnères-de-Bigorre*.
Dimanche	12 »	—	Pouzac, Vallée de Campan, *Payole*.
Lundi	13 »	—	Cirque d'Arbizon, *Payole*.
Mardi	14 »	—	*Bagnères-de-Bigorre*, ou excursion facultative à *Barèges*.
Mercredi	15 »	—	Barèges à Pierrefitte.

IV

AQUITAINE

(CHARENTE ET DORDOGNE)

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. Ph. GLANGEAUD

PROGRAMME DE L'EXCURSION

Faune du Jurassique et du Crétacé de l'Aquitaine. — Faciès, Faune, Tectonique.



VUE D'ANGOULÊME, CÔTÉ N.-E., FALAISE CRÉTACÉE DURAND, PHOT.

LES TERRAINS SECONDAIRES DE L'AQUITAINE

NOTICE DE

M. Ph. GLANGEAUD

Les excursions qui seront faites, dans l'Aquitaine, par les membres du Congrès géologique international, permettront d'étudier les principaux faciès du Jurassique et du Crétacé de ce bassin. Il convient donc d'esquisser d'abord rapidement les caractères pétrographiques et fauniques de ces dépôts et de montrer ensuite à quels mouvements ils ont été soumis depuis leur formation. — La deuxième partie de ce livret sera consacrée à l'étude des points qui seront spécialement visités.

Considérations générales sur le Jurassique et le Crétacé de l'Aquitaine.

Extension géographique. — Le Jurassique et le Crétacé du nord du bassin de l'Aquitaine forment dans leur ensemble un large territoire s'étendant au sud de la Bretagne et à l'ouest du Massif Central, régions cristallines et primaires qui servirent de rivages aux mers des temps secondaires. — Les dépôts jurassiques se continuent avec ceux du bassin de Paris, à travers le détroit du Poitou, qui permit la communication des mers Jurassiques et Crétacées, de l'Hettangien au Portlandien et du Cénomanien au Maestrichtien. Le Crétacé n'existe pas dans le détroit du Poitou, il a été enlevé par les érosions.

Les terrains secondaires que nous envisageons s'étendent du N.-O. au S.-E. sur une longueur de 380 kilomètres et du N.-E. au S.-O. (perpendiculairement aux lignes d'affleurement) sur une largeur variant de 70 à 130 kilomètres. Ils couvrent donc une superficie d'environ 35.000 kilomètres carrés. La bande crétacée ne mesure que 250 kilomètres de long et n'occupe que le tiers environ de cette surface. Dans la partie médiane de la bande, le Crétacé s'étend fort loin vers l'est, parfois à 1 kilomètre du Massif Central; il masque ainsi presque tout le Jurassique (sauf le Lias et le Bajocien), de sorte que depuis Jarnac, jusqu'à Gourdon, les étages supérieurs du Jurassique n'apparaissent qu'aux points où il existe des dislocations considérables.

La région jurassique et crétacée se subdivise en régions secondaires ayant chacune un caractère propre, en rapport avec la constitution pétrographique du sol. Aux plateaux calcaires jurassiques du *Poitou*, couverts d'argiles variées, fait suite, vers l'ouest, une contrée moins calcaire, doucement ondulée, s'étendant aux environs de Niort, au sud de la Vendée, à l'est de La Rochelle et de Rochefort. Entre Saint-Jean d'Angely et Angoulême, le territoire connu sous le nom de *Pays-Bas Charentais* est constitué par un pays presque plat, exclusivement argileux (Purbeckien), couvert de vignes. Une falaise de grès et de calcaires crétacés limite cette plaine

vers le sud. Les coteaux calcaires qui lui succèdent forment la région de la *Saintonge*, de la *Petite* et de la *Grande Champagne*, jadis réputées pour leurs vins et leurs cognacs.

A l'est, le Crétacé et l'étroite bande jurassique forment, entre Nontron, Ribérac, Périgueux et Thiviers, le *Périgord blanc* où pousse la truffe, qui se continue insensiblement avec le Massif Central, tandis que le *Périgord noir*, compris entre Bergerac, Sarlat, Villefranche, offre des vallées étroites, profondes, constituant en certains points de véritables cañons. Les plateaux crétacés de cette région sont très boisés. Le reste de la bande secondaire de l'Aquitaine se termine par un épanouissement du Jurassique, au sud de Brives, vers Gourdon, Cahors et Saint-Antonin. C'est la région calcaire du *Haut-Quercy*, qui présente surtout une suite de plateaux arides (causses) creusés de profondes vallées (vallées du Lot).

Conditions de sédimentation. — D'une façon très générale on peut dire que les mers jurassiques et crétacées de l'Aquitaine étaient peu profondes. Les premiers dépôts du Jurassique qui débutent par des grès (*Rhétien*) témoignent d'un régime troublé. A l'*Hettangien* s'établit la communication par le détroit du Poitou des mers de l'Aquitaine et du Bassin de Paris. Cette communication se continue jusqu'au Portlandien.

Durant toute la période jurassique, les courants se font du bassin de Paris vers l'Aquitaine ; aussi, la faune de ce second bassin offre-t-elle beaucoup d'analogies avec celle du premier.

La transgression la plus importante des mers jurassiques se produisit pendant le *Lias supérieur* et le *Bajocien ;* les mers de ces époques empiétèrent largement sur les massifs anciens (Bretagne, Massif Central) qui leur servaient de rivage. Mais au *Bathonien inférieur* eut lieu un retrait marqué de la mer, qui amena autour du Massif Central (sud et sud-ouest), sur plus de 400 kilomètres d'étendue, l'établissement d'une série de *lagunes saumâtres*. Le régime marin se rétablit au Bathonien supérieur. A l'ouest du Massif Central, dans la région comprise entre Angoulême et Terrasson, où les mers étaient riches en calcaire mais peu profondes, s'édifièrent de petites constructions récifales,

depuis le Bajocien supérieur, jusqu'au *Portlandien inférieur*, ce qui montre le peu de profondeur de la mer.

A la fin du *Portlandien* (Purbeckien), un retrait de la mer ramena à nouveau un régime lagunaire. Depuis Angoulême jusqu'à Rochefort, se déposèrent des calcaires et surtout des argiles gypsifères et salifères avec lignites intercalés.

Pendant toute la durée des temps jurassiques, la portion du bassin de l'Aquitaine située au sud de Brive, s'approfondissait au fur et à mesure que se déposaient les sédiments, aussi leur puissance est-elle beaucoup plus considérable qu'au nord du bassin.

Des mouvements du sol assez importants se manifestèrent à la fin des temps jurassiques ; ils eurent pour résultat de plisser les dépôts formés antérieurement, et c'est sur leurs tranches que vinrent s'étaler les premiers sédiments crétacés (Cénomanien). en *transgression* et en *discordance de stratification*, depuis le Bajocien jusqu'au Portlandien supérieur.

Il existe des analogies assez considérables dans les conditions de sédimentation du Jurassique et du Crétacé. Dès le début (*Cénomanien*), ce sont, comme au Jurassique (Rhétien) des grès et des argiles qui se déposent, puis, viennent une série de calcaires variés, mais dont certaines zones, principalement celles qui sont plus rapprochées du Massif Central, sont constituées par des sédiments détriques (grès et calcaires gréseux).

En outre, les Rudistes jouent, durant le Crétacé, un rôle très analogue à celui des Polypiers pendant le Jurassique. Comme ces derniers, ils formaient des accumulations plus ou moins considérables, véritables *récifs*, où l'on trouve fréquemment associés aux Rudistes : des Polypiers, des Algues calcaires, des Crinoïdes, des Echinides, des Lamellibranches à test épais, certains Gastropodes tels que les Nérinées et les Pseudomélanies. Les conditions d'existence des Rudistes devaient être identiques à celles des Polypiers. Ils ne vivaient en colonies et ne formaient de constructions récifales que dans des eaux riches en calcaires. Les vases argileuses empêchaient leur développement en commun. Si l'on trouve des Rudistes dans les argiles, ce n'est qu'à l'état sporadique.

Le nombre considérable des Rudistes à 6 niveaux diffé-

rents du Crétacé, l'existence de lignites au Cénomanien et en certains points de l'Angoumien inférieur et supérieur, l'innombrable quantité d'Ostracées que l'on observe depuis le Cénomanien jusqu'au Danien, le caractère détritique d'une grande partie des sédiments, permettent de conclure que les mers crétacées de l'Aquitaine étaient peu profondes.

La communication de ces mers avec celles du Bassin de Paris était plus difficile que pendant les temps jurassiques, par suite de l'exhaussement du seuil poitevin, aussi le mélange des faunes des deux bassins fut-il moins grand ; les Rudistes ne se montrent dans le bassin de Paris qu'à l'état sporadique. En outre les courants marins s'établissent du sud vers le nord, à l'inverse des courants jurassiques.

Faciès. — Faune. — Les faciès du Jurassique sont plus variés que ceux du Crétacé. Aux changements pétrographiques correspondent généralement des changements fauniques.

D'une façon générale, les dépôts jurassiques sont plus détritiques au sud de la Bretagne qu'à l'ouest du Massif Central. Tandis que les grès, les marnes, les argiles et les calcaires marneux dominent dans la première région, ce sont principalement des calcaires compacts, oolitiques, grenus, crayeux et des récifs qui forment la plus grande partie du Jurassique de la seconde région. En un mot, les sédiments du N.-O. de la bande sont surtout argileux ou marneux, ceux du S.-E. sont principalement calcaires.

Durant le Lias, les Céphalopodes s'étendent dans tout le bassin, quoique plus nombreux au sud de Brives. A partir du Bajocien, on ne trouve plus de Céphalopodes au sud de Brives (sauf dans le Kimméridien et le Portlandien, où ils sont d'ailleurs très rares). Ils sont au contraire relativement abondants dans le nord du bassin.

Ainsi aux divers faciès pétrographiques correspondent des différences fauniques. Au nord d'une ligne passant sensiblement par Angoulême, on a des argiles, des marnes, des calcaires marneux, des calcaires à silex avec des Céphalopodes ; au sud, des calcaires compacts, oolitiques avec récifs intercalés renfermant des Nérinées et des Echinides, et un grand nombre d'espèces coralliophiles. [Le détail de ces

changements sera donné dans la deuxième partie et sera vu pendant les excursions. La fig. 1 montre les divers faciès du Bajocien (1).]

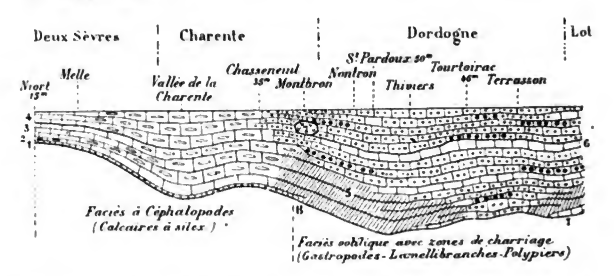


Fig. 1. — Schéma montrant les variations d'épaisseur et les changements de faciès du *Bajocien* de l'Aquitaine (220 kilom.).

1. Bajocien inf. calc. marneux à oolites ferrugineuses passant à un calc. compact. Zone à *A. Concavus*, avec en quelques points zone à *A. Murchisonæ* ; 2. Zone à *Am. Sauzei* ; 3. Zone à *A. Blagdeni* ; 4. Zone à *A. Garantianus* ; 5. Calc. dolomitiques provenant de modifications secondaires ; 6. Calc. oolitiques avec zone de charriage ; 7. Ilot récifal.

Le déversement du bassin de Paris dans celui de l'Aquitaine, pendant le *Jurassique*, rend les faunes des deux bassins très analogues. Ces faunes ont également beaucoup de rapports avec celles du nord de l'Espagne. Elles diffèrent très sensiblement, au contraire, de celles de la région méditerranéenne par l'absence de *Phylloceras* et de *Lytoceras*.

A l'inverse de ce que l'on constate pour les sédiments jurassiques, les *sédiments crétacés* qui se déposent entre l'Océan et Périgueux sont principalement constitués (sauf pour le Cénomanien) par des calcaires marneux, compacts, grenus et récifaux (calcaires à Rudistes). Au sud de Périgueux, l'élément gréseux envahit une grande partie des assises, même le Provencien, exclusivement calcaire et fréquemment corallien vers le nord. Les grès et les calcaires gréseux à éléments microscopiques ou macroscopiques dominent dans le sud du département de la Dordogne, dans tous les étages (sauf le Ligérien et l'Angoumien). A mesure que progresse,

(1) Cf. Ph. Glangeaud. *Le Jurassique à l'ouest du Plateau central*, pour les changements relatifs aux divers étages de cette formation.

vers le sud, l'élément gréseux ou argileux, les Rudistes disparaissent. Ils sont très rares dans le Cénomanien supérieur, absents dans l'Angoumien, alors qu'ils formaient des lentilles de plusieurs kilomètres de long et de près de 10 mètres d'épaisseur à l'ouest d'Angoulême. Ils sont également de plus en plus rares dans le Santonien. On ne les trouve guère que dans le Maestrichtien et le Danien, où ils forment, associés à des Polypiers, des îlots assez importants au milieu de calcaires gréseux.

Les calcaires à silex,dont l'extension paraît concorder avec celle des Spongiaires, sont également plus développés au nord qu'au sud d'Angoulême. Ils sont d'ailleurs cantonnés dans le Santonien et le Campanien. Les Bryozoaires, par contre, pullulent dans le Coniacien, le Santonien et le Campanien. Les Foraminifères se rencontrent dans le Cénomanien, le Sénonien et le Danien.

Les Céphalopodes sont très rares partout. On n'a trouvé que deux exemplaires de Bélemnites. Parmi les autres fossiles il n'y a guère que les Echinides et les Ostracées qui soient conservés et assez abondants; les Lamellibranches et les Gastropodes ne sont pas déterminables pour la plupart, leur test ne s'étant pas fossilisé.

La faune crétacée de l'Aquitaine offre des *affinités* avec celles des Corbières et des Pyrénées, surtout par ses Rudistes ; elle se relie également avec celle du bassin de Paris, principalement par ses Echinides et ses Lamellibranches.

Puissance des dépôts. — Les dépôts jurassiques sont beaucoup plus épais que les dépôts crétacés, notamment au sud de Brives. Ainsi que je l'ai indiqué plus haut, durant tout le Jurassique et le Crétacé, la partie du bassin située au sud de Brives s'approfondissait au fur et à mesure que la sédimentation s'effectuait.

L'épaisseur du Lias, qui n'est guère que 30 mètres au sud de Poitiers, de 20 mètres à Saint-Maixent et de 10 mètres en certains points de la Dordogne (Brives), atteint 80 mètres à Thiviers, et 500 mètres à Villefranche de Rouergue.

La puissance totale du Jurassique dans le sud du bassin dépasse 1.200 mètres, tandis que, vers le nord, elle n'atteint pas 500 mètres.

Les variations d'épaisseur du Crétacé sont moins considérables, quoique se faisant dans le même sens que pour le Jurassique. Vers l'Océan, les divers étages de la craie (à part le Cénomanien et le Campanien), sont beaucoup moins épais que vers le sud du bassin. La puissance de toute la formation dans le premier cas est de près de 400 mètres ; elle atteint 500 mètres au sud du département de la Dordogne.

Tectonique. — Les mouvements qui affectèrent les terrains secondaires de l'Aquitaine eurent lieu à la fin du Jurassique ; ils eurent pour résultat de plisser les sédiments antérieurs au Crétacé et c'est sur leurs tranches que s'étendirent les mers crétacées.

A la fin du Crétacé, à diverses époques du Tertiaire, mais principalement à la fin de l'Eocène, à l'époque du soulèvement des Pyrénées, des phénomènes de refoulement donnèrent naissance à une série de synclinaux et d'anticlinaux (V. carte), qui s'échelonnent depuis la chaîne pyrénéenne jusqu'au détroit poitevin et offrent tous une direction N.-O.-S.-E., qui correspond à celles des plissements hercyniens du sud de la Bretagne et à celles des plis hercyniens et permiens du Massif Central avec lesquels ils se continuent (*plis posthumes* de Suess). Il y eut donc dans le bassin de l'Aquitaine, comme on l'a observé dans d'autres régions, continuité du phénomène de plissement.

Ces plis se suivent à travers le Jurassique et le Crétacé sur plus de 200 kilomètres. Les anticlinaux offrent une grande variété de modifications dans leur parcours : Ils se présentent sous forme d'*anticlinaux*, de *monoclinaux*, d'*isoclinaux*, de *dômes* et passent à des *failles* par rupture de leur clef de voûte. En maints endroits, le redressement des couches est considérable : il atteint parfois 70 et 80°, on a même constaté de véritables *plis couchés*. Les failles, qui résultent de la rupture des plis, ont amené des dénivellations variant, en général de 0 à 200 mètres, mais atteignant 500 mètres dans le bassin de Brives.

Les failles qui découpent, à l'ouest, le Massif Central, comme à l'emporte-pièce (*failles-limites*) sur plus de 200 kilomètres et font buter les terrains primaires et secondaires contre les roches cristallins, sont, en général, parallèles aux plis affec-

tant ces dernières et paraissent bien résulter de la rupture des plis parallèlement à leur axe.

Les excursions du Congrès permettront de voir la plupart des plis (avec leurs modifications), intéressant le Jurassique, le Crétacé et la bordure du Massif Central.

Principaux Travaux à consulter

ARNAUD. — Divers travaux, notamment : Mémoire sur le T. crétacé du sud-ouest de la France (Mém. Soc. géol. Fr., 1877). Réunion de la Soc. géol. de France dans la Charente-Inférieure et la Dordogne (1887).

Ph. GLANGEAUD. — Le Jurassique à l'ouest du Plateau Central (Bull. serv. Carte géol., n° 50, 1895). — Le Portlandien du bassin de l'Aquitaine (id., n° 62, 1898). — Etude sur les plissements du Crétacé du Bassin de l'Aquitaine (id., n° 70, 1899). Les minéraux du Crétacé de l'Aquitaine (C. R. Ac. Sc. 4 déc. 1899). — Les faciès et les conditions de dépôt du Turonien de l'Aquitaine (C. R. Ac. Sc. 11 déc. 1899).

Cartes à emporter. — Feuilles (au 1/80.000e) de St-Jean-d'Angely, Angoulême, Rochechouart, Périgueux, Bergerac, Villeréal.

Programme détaillé des excursions.

PREMIÈRE JOURNÉE. — Mardi 7 août.

Rendez-vous à Ruffec, Hôtel Deschandeliers.

Départ en voiture, le matin à 6 h. 1/2, pour Limalonges. Etude de la colline de Montalembert et des environs. Lias moyen et supérieur, Bajocien, Bathonien, Callovien. Déjeuner à Ruffec. Le soir, en voiture à Taizé (Bajocien). Etude des tranchées de la gare de Ruffec (Callovien). Visite de la collection préhistorique de M. Chauvet. Dîner et coucher à Ruffec.

Colline de Montalembert. — Cette colline (fig. 2), très analogue à celle de Champagné-St-Hilaire, au sud de Poitiers, forme au N.-O. de Ruffec une petite ride montagneuse d'un kilomètre de large sur 8 de long, dont la partie la plus élevée s'étend entre Sauzé et Montalembert. La colline domine la

région environnante de 40 à 60 mètres suivant les points. Elle fait partie d'un pli anticlinal (V. carte) qui se prolonge d'une part, dans la direction de Melle, vers la Bretagne, d'autre part, vers le Massif Central. C'est une portion de ce pli, rompue par des failles longitudinales et transversales, qui constitue cette surélévation de territoire. Les failles longitudinales font buter : au nord, le Callovien contre le Lias moyen ; au sud, le Lias moyen vient en contact avec le Bajocien supérieur. Les failles transversales font affleurer le Lias moyen à l'altitude 190 et le Lias supérieur à l'altitude 180. Le Bajocien a certainement existé au sommet de la colline ainsi qu'en témoignent les argiles à silex, résidus de la décalcification de cet étage, recouvrant une grande partie des hauteurs.

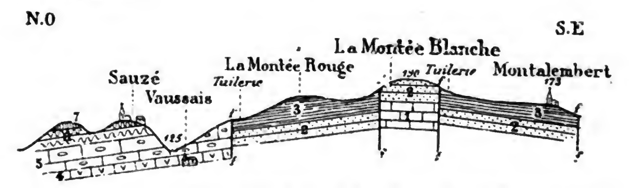


Fig. 2. — Coupe schématique longitudinale de la Colline de Montalembert (Deux-Sèvres).

On a fait abstraction du revêtement tertiaire. — 1. Sinémurien ; 2. Lias moyen ; 3. Lias supérieur ; 4. Bajocien supérieur ; 5. Bathonien ; 6. Callovien ; 7. Oxfordien.

Le Lias moyen est représenté par des calcaires gréseux jaunâtres et des grès fossilifères : *Am. margaritatus*, *Bel. niger*, *Pecten æquivalvis*, *Rhynch. tetraedra*, *Ter. punctata*, *Spiriferina rostrata*, etc.

Le Lias supérieur, dont toutes les zones sont représentées dans le Poitou, n'en a, ici, que deux visibles, ce sont :

1° La zone à *Am. fallaciosus*, *Am. complanatus*, *Bel. niger*.

2° La zone à *Am. aalensis*, renfermant des lumachelles à *Pecten pumilus*. Cet ensemble est constitué par des argiles alternant avec quelques bancs de calcaire gris bleu.

Le Bajocien inférieur et moyen ne sera vu que le troisième jour : le Bajocien supérieur, visible à Vaussais, à Tuzie,

comprend des calcaires gris bleu à silex, renfermant : *Am. garantianus*, *Am. Parkinsoni*, *Ter. sphæroidalis*, etc.

Le Bathonien (carrières de Vaussais, Bannières), est formé par la série suivante :

c. Calc. mouchetés de points rouges alternant à la base avec des marnes feuilletées et renfermant des silex gris pâle. Faune : *Am. aspidoides*, *Am. retrocostatus*, *Am. subbackeriæ*, etc.

b. Calc. gris bleus, à silex en cordons. Nombreuses *Am. linguiferus*, *Am. procerus*. Les bancs inférieurs (rocquart) ne renferment pas de silex.

a. Banc marno-calcaire, à fossiles phosphatés, très fossilifère : *Am. fuscus*, *Am. polymorphus*, *Am. pseudo-anceps*, *Am. Martiusi*, etc.

Le Callovien inférieur (tranchées gare de Ruffec) comprend des calc. compacts durs, à *Chondrites scoparius*, *Am. subbackeriae*, *Am. macrocephalus*, *Am. microstoma*, *Ter. dorsoplicata*.

Le Callovien moyen (Limalonges) est constitué par des calc. compacts, alternant avec des marnes feuilletées (faune très riche): *Am. anceps*, *Am. macrocephalus*, *Am. lunula*, etc.

Le Callovien supérieur (tranchées avant Raix) est formé par des calcaires subcrayeux et sublithographiques à *Am. athleta*, *Am. coronatus*.

Collection préhistorique de M. Chauvet, a Ruffec. — *Temps quaternaires*. 1° Alluvions anciennes de la Charente à *El. antiquus*, *El. primigenius*, *Rhinoceros*, Hippopotame, etc., avec les silex taillés contemporains. 2° Fouilles à la Micoque, station voisine des Eysies (Dordogne), avec l'industrie de Saint-Acheul. 3° Fouilles à la Quina (Charente). *Juxtaposition* du Moustiérien et du Solutréen. 4° Fouilles au Méniaux, superposition du Magdalénien au Moustérien. 5° Stations diverses avec industries différentes. 6° Grotte du Placard ou de Rochebertier, *superposition* des trois types moustiérien, solutréen, magdalénien. Industrie de l'os et du bois de Renne. Bâton de commandement, os gravés, nombreux os de *Saïga*. 7° Faune arctique de la Charente. Stations de transition.

Deuxième journée. — **Mercredi 8 août.**

Départ, en chemin de fer, à 6 h. 21, de Ruffec pour Raix. Examen des tranchées du chemin de fer de Raix à Villefagnan. — (Callovien supérieur, Oxfordien). — Retour à Ruffec par le train de 9 h. 3. Départ de Ruffec pour Angoulême à 9 h. 29. Arrivée à 10 h. 21. Déjeûner à l'Hôtel de France. — Vue sur la vallée de la Charente. Paysage jurassique et crétacé. Départ à 1 h., en voiture, pour Magnac-Touvre. Les sources de la Touvre. Séquanien supérieur. Pterocérien et Virgulien. — Retour par Ruelle et Pontouvre. — Dîner et coucher à Angoulême ou à La Rochefoucauld (hôtel Gaillard); dans ce dernier cas départ pour La Rochefoucauld à 5 h. 48.

L'*Oxfordien*, que l'on peut étudier dans les tranchées de la ligne de chemin de fer de Raix à Villefagnan, forme un anticlinal dont l'axe passe par le chemin à niveau de Raix. Il comprend : à la base des calcaires marneux en dalles plus ou moins épaisses, ne renfermant pas de fossiles caractéristiques mais reposant sur le Callovien supérieur à *Am. athleta*. Ils correspondent donc à la zone à *Am. cordatus*, car ils sont recouverts à leur tour par l'Oxfordien supérieur qui comprend une série de marnes alternant avec des calcaires gris bleu, roux à la surface, pétris de tiges d'encrines, de Polypiers et de débris d'Echinides. Les marnes sont des marnes à *Spongiaires*. Elles sont extrêmement fossilifères : On y recueille : *A. arolicus*, *A. canalicatus*, *A. Erato*, *A. Renggeri*, *A. transversarius*, nombreux *Perisphinctes*. *A. Martelli*, *A. plicatilis*, *A. callicerus*, *Bel. hastatus*, *Ter. Baugieri*, *Rhynch. triloboides*, etc.

Le faciès marno-calcaire à Céphalopodes du *Rauracien* et du *Séquanien* qui s'étend vers l'Océan jusqu'à la vallée de la Charente ne sera pas étudié par le Congrès. Ces étages sont formés :

Le *Rauracien*, par des marnes et des calcaires marneux à *A. bimammatus* et *A. Marantianus*, surmontés par des calcaires sublithographiques sans fossiles.

Le *Séquanien*, par des calcaires marneux à *A. Achilles*. *A. tenuilobatus*. Cette dernière zone renferme des îlots coralliens près de La Rochelle (Angoulins). Ce faciès marno-

calcaire à Céphalopodes fait place à l'est de la vallée de la Charente, et jusque dans le Lot, à un faciès de calcaires compacts et crayeux à *Diceras*, Nérinées, avec récifs intercalés. Il sera étudié dans la troisième journée.

Le *Ptérocérien*, qui est, en grande partie, constitué par des calcaires marneux vers l'Océan, comprend des calcaires oolitiques à Nérinées, à Diceras et Polypiers, à l'ouest de la Charente, vers le Massif Central. — Il est visible dans les tranchées de la ligne du chemin de fer, près de Magnac-Touvre (bifurcation), où l'on relève la série suivante :

4. Calcaires marneux et marnes à Lumachelles d'*Ex. virgula*.

3. Calcaire sublithographique gris bleu, alternant avec des marnes feuilletées à *Ceromya excentrica*, *Mactromya rugosa*, *Ter. subsella*.

2. Calcaires oolitiques pétris de *Diceras*, de Polypiers et de Nérinées. *Diceras eximium*, *D. bavaricum*, *Zeilleria humeralis*, *Pygurus Blumenbachi*, etc.

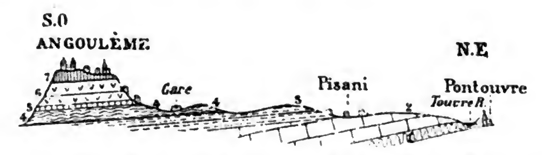


Fig. 3. — Coupe d'Angoulême à Pontouvre (en partie d'après M. Arnaud).

1. Virgulien supérieur, couches à *Am. longispinus*; 2. Portlandien inférieur; 3. Cénomanien (discordance), a. grès, sables et argiles à *O. flabellata* *O. biauriculata*. b. grès calc. à Ichthyosarcolites; 4-5. Ligérien, marnes et calcaires marneux à *Am. Rochebrunei*, *O. columba*; 6-7. Angoumien inférieur; 6. Calc. blanc sublithographique, gélif à *Periaster oblongus*; 7. Calc. à *Sphærulites patera* à la base et à *Biradiolites lumbricalis* à la partie supérieure.

1. Calc. compacts et sublithographiques avec bancs oolitiques à *Am. Achilles* (?), *Zeill. humeralis*, *Phol. Tombecki*.

La base de cet ensemble appartient probablement au Séquanien supérieur.

Le *Virgulien* (affleure entre Touvre, Ruelle et Pontouvre) est constitué par des marnes et des calcaires marneux exploités pour la fabrication de la chaux et du ciment. On y distingue les zones à *Am. Orthocera*, à *Am. Lallierianus* et

à *Am. Longispinus.* Des lumachelles à *Ex. virgula* se rencontrent à plusieurs niveaux. Autres fossiles : *Ceromya excentrica. Harpagodes oceani, Ter. subsella.* La partie supérieure de l'étage est formée par des calcaires noduleux à Nérinées, Polypiers et *Natica Rupellensis.*

Fig. 4. — Coupe le long de la ligne du chemin de fer entre Suaux et Chasseneuil (Charente). *H.* Hettangien ; *Ch.* Lias moyen ; T. Lias supérieur ; Bj. Bajocien ; S. Argiles de décalcification à silex.

Troisième journée. — **Jeudi 9 août.**

Départ en chemin de fer à 4 h. 20 pour Fontafie. Les congressistes qui auront couché le 8 à La Rochefoucauld prendront le train à 5 h. 13 matin pour Fontafie. De Fontafie à Chasseneuil en suivant la ligne de chemin de fer. Lias et Bajocien. Départ de Chasseneuil en chemin de fer, pour La Rochefoucauld à 9 h. 20. Déjeuner à La Rochefoucauld (Hôtel Gaillard). Le soir (à pied), étude de l'Oxfordien, du Rauracien et du Séquanien coralligènes. Dîner à La Rochefoucauld. Départ pour Angoulême à 7 h. 53. Coucher à Angoulême.

Le *Lias* et le *Bajocien* sont bien visibles dans les tranchées de la ligne du chemin de fer, depuis les environs de Suaux, jusqu'à Chasseneuil (fig. 4). Les ondulations du sol font reparaître le Lias en plusieurs endroits, où il est facile de l'étudier.

Le *Rhétien* est formé de grès assez épais ne renfermant que de rares tiges d'*Equisetum.*

L'*Hettangien* comprend des calc. magnésiens gris-bleu dans la profondeur, jaunâtres à la surface avec des intercalations de calc. oolitiques jaunes dans lesquels on recueille des Nérinées, des Pseudomélanies, *Ostrea sublamellosa, Tancredia, Cardium Philippianum, Cypricardia, Avicula cuneata.*

Le *Sinémurien* paraît manquer à l'ouest du Massif Central,

on ne l'a observé qu'au sud de la Bretagne (env. de Niort).

Le *Lias moyen* (carrières de Suaux) est constitué de la façon suivante :

3. Calc. gris-bleu à tiges d'encrines alternant avec des marnes à *Am. spinatus.*

2. Calc. gris-bleu, gréseux, à entroques, avec silex blancs ou gris-noirâtres alternant avec des marnes micacées à *Am. spinatus.*

1. Calc. gris-blanc en gros bancs à *Am. margaritatus, Bel. niger, Bel. paxillosus, Pecten aculicostatus, Ostrea sportella*, etc.

Le *Lias supérieur* fournit la série suivante (Suaux) :

5. Marnes grises à *A. opalinus.*

4. Marnes gris-bleu, feuilletées, à Septaria, nombreuses *A. aalensis. A. fluitans. Rhynch. cynocephala.*

3. Marnes grises à *A. insignis.*

2. Calc. marneux gris-bleu, alternant avec des marnes grises. Faune très riche *A. fallaciosus, A. thouarcensis, Bel. irregularis, Bel. tripartitus*, etc.

1. Calc. marneux gris-bleu à oolites ferrugineuses, avec *A. Holandrei* et *A. Levisoni.*

Le *Bajocien* est ainsi constitué :

7. Calc. compact avec bancs oolitiques intercalés à *A. garantianus. A. niortensis, Tox. Orbignyi, A. Parkinsoni*, et niveaux à *Ter. sphæroidalis* (Chasseneuil-le Quéroix).

6. Calc. gris-bleu, avec silex en cordons ou isolés à *Am. Blagdeni* (La Francillay), 8m.

5. Banc de calc. marneux blanchâtre et marnes feuilletées (0m40).

4. Calc. compact à *Am. Sauzei, Am. Humphriesianus, Sonninia.*

3. Lit de marnes feuilletées, 0m10.

2. Calc. compact gris-bleu, très dur, à *Am. concavus.* Nombreuses *Sonninia.*

1. Calc. noduleux, moucheté de points rouges à *Am. Murchisonæ.*

Près de Chasseneuil, le faciès oolitique commence à s'introduire à la partie supérieure du Bajocien. On verra que plus au sud (Nontron), l'étage devient surtout oolitique.

Le *Bathonien* des environs de Chasseneuil est en grande partie oolitique et peu fossilifère.

Le *Callovien* qui est encore bien développé sous forme de calcaires à silex à *A. anceps* et de calc. crayeux à *A. athleta*. à St-Mary, passe à des calcaires compacts et oolitiques à *Echinides*, à La Rochefoucauld.

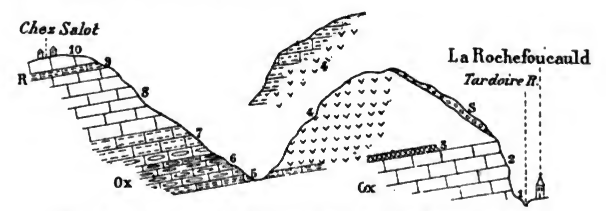


Fig. 5. — Coupe de La Rochefoucauld à Chez Salot (Charente)

1. Callovien supérieur (zone à *Am. athleta*), Ox. Oxfordien ; 2. Calc. sublithographique ; 3. Base du récif, Brèche à Echinides, passant à un calc. à tiges d'encrines (5) ; 4. Récif corallien à *Thecosmilia*, *Dendrogyra*, *Nerina*, *Cardium cf. integrum*, *Diceras* sp. Passage des calc. à Polypiers des calc. à entroques, et à 6 calc. sublithogr. à silex à Am. *Canaliculatus*; *Am. Martelli*, *A. Erato*, *Zeil. Censoriensis*; 7. Calc. à entroques; 8. Série de calc. compacts, brunâtres avec débris d'encrines à *Am. Martelli*, R. Rauracien : 9. Calc. oolitique à entroques et Polypiers; 10. Calc. un peu crayeux à tiges d'encrines, Polypiers, Echinides, Nérinées, *Ter. Cotteaui*, *Ter. Bauhini*. S. alluvions anciennes.

On a vu l'*Oxfordien* à Raix sous forme de marnes à Spongiaires très fossilifères. A La Rochefoucauld, l'étage se présente sous forme de calc. à silex avec îlots récifaux intercalés (fig. 5).

Le *Rauracien* et le *Séquanien* qui sont constitués vers l'Océan et à l'ouest de la Charente par des calcaires et des marnes à Céphalopodes passent à partir de St-Angeau à des calc. compacts et crayeux avec Diceras et îlots récifaux intercalés.

Tout le long de la bordure du Massif central, ces deux étages restent en grande partie oolitiques, subcrayeux et renferment des Polypiers, des Diceras et des Nérinées à divers niveaux.

Dans les environs de La Rochefoucauld, il existe plusieurs niveaux à Polypiers, deux dans le Rauracien et un ou deux dans le Séquanien.

Série des assises du Rauracien et du Séquanien, le long de la ligne du chemin de fer de La Rochefoucauld à Angoulême (depuis la route d'Antieu, jusqu'à la tranchée de chez Babaud)

Sur l'oxfordien supérieur, constitué par un calc. sublithogr. à silex, on trouve la série suivante :

1. Calc. dur, oolitique par places, à tiges d'Encrines, débris d'Echinides, Polypiers et *Ter. Bauhini* ; 2. calc. compact à *Ner. Calypso*, *Ner. Defrancei*, *Natica hemispherica*, *Cardium corallinum*, *etc.* ; 3. calc. oolitique très fin à entroques ; 4. calc. oolitique en gros bancs, à entroques, avec Polypiers à la partie supérieure ; 5. calc. compact oolitique avec *îlots* de Polypiers, Encrines, Echinides, Nerinées comme 1 ; 6. Calc. compact à entroques et Polypiers ; 7. Calc. compact à grain fin pétri de fossiles : *Diceras arietinum*, *Diceras minus*, *Cardium septiferum*, *Patella Virdunensis*, *Purpuroidea*, *Pileolus raricostatus*, Nérinées, *etc.* ; 8. Calc. compact avec calc. oolitique à entroques et polypiers intercalés ; 9. Calc. oolitique à entroques, Polypiers, *Cidaris*, *Glypticus hieroglyphicus*, *Ter. formosa*, *Zeil. Hudlestoni* ; 10. Ilot récifal (tranchée de chez Babaud) ; 11. Calc. à *Zeill. Egena*. *Nérinées*, *etc.*

QUATRIÈME JOURNÉE. — Vendredi 10 août.

Départ en voiture d'Angoulême pour Venat, Hiersac, les Moulidars (Etude complète du Portlandien). Déjeuner à Châteauneuf (Hôtel Marquais). Retour à Angoulême par Mosnac, Champmilon, Sireuil, Nersac (Cénomanien, Ligérien, Angoumien). Coucher à Angoulême.

Le PORTLANDIEN qui s'étend depuis Angoulême jusqu'à Saint-Jean-d'Angely, forme une région de coteaux calcaires de faible altitude, auxquels succède un pays plat, en grande partie argileux (Pays bas Charentais), constitué par le Purbeckien.

Le Portlandien de cette région comprend les trois termes suivants :

1° A la base, des calcaires oolitico-gréseux à Nérinées, Polypiers, couronnés par des calcaires marneux à *Am. gigas* ;

2° A la partie moyenne, un ensemble de calcaires en plaquettes, oolitiques et sublithographiques à *Corbula mosensis*, *Corbula inflexa*, *Cyrena rugosa*.

3° A la partie supérieure, des argiles gypsifères et salifères à *Corbula inflexa* avec des calcaires subordonnés à *Gervillia arenaria*, *Plectomya rugosa*.

Les coupes fig. 6 et 7 donnent le détail des assises portlandiennes qui seront vues aux environs d'Angoulême.

Vers le nord-ouest, il y a un enchevêtrement marqué des faciès ; par places les grès prédominent sur les calcaires oolitiques, ou inversement. En quelques points existent de petits îlots récifaux avec une auréole de silex au milieu des calcaires oolitiques.

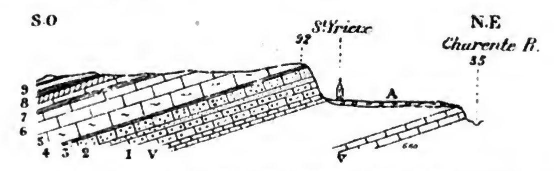


Fig. 6. — Coupe du Portlandien infr près d'Angoulême, à St-Yrieix (Charente)

V. Virgulien ; 1-8. Portlandien inférieur ; 1. Calc. oolitique en gros bancs, avec lits gréseux intercalés à *Ner. trinodosa, N. santonensis, Pseudomelania Clio, Cerithium* ; 2. Banc calcaréo-gréseux à *Harp. oceani, Purpuroidea, Ostrea Bruntrutana, Hemicidaris Purbeckensis, Echinobrissus Peroni* ; 3. Calc. oolitique à Nérinées (faune de 1) ; 4. Marnes feuilletées à Brachiopodes et à Ostracées : *Ter. subsella, Rhynch. pinguis, O. Bruntrutana* ; 5. Calc. compact, gris bleu, moucheté de rouge à *Am. gravesianus; Natica Marcousana, Pinna granulata, Cardium dissimile* ; 6. calc. compact sublithographique à *Am. gigas* et grands Lamellibranches (*Cyprina Brongniarti*) ; 7. Calc. compact, noduleux, alternant avec des marnes feuilletées gris bleu ; 8. calc gris bleu, alternant avec des marnes feuilletées à *Isocardia striata, Gervillia Kimmeridgiensis, Pleuromya Voltzi* ; 9. Cénomanien (Argiles et grès) en discordance de stratification. A. Alluvions anciennes.

Vers Saint-Jean-d'Angely, les calcaires oolitiques et les grès de la base ont en grande partie disparu pour faire place à des calcaires marneux et à des marnes à *Am. gigas et Am. rotundus*.

Le Portlandien moyen et supérieur sont beaucoup plus uniformes.

Le *Cénomanien* offre un beau développement aux environs d'Angoulême. Il forme la base de la colline sur laquelle est bâtie cette ville (fig. 3). Le reste de la colline est constitué par le Ligérien et l'Angoumien. Ces trois étages seront vus : le Cénomanien près de Vibrac, à Pisani, et entre chez Cagnon et Sireuil, le Ligérien et l'Angoumien près de Rabion.

Le *Cénomanien* est formé : à la base, d'une alternance de grès roux, de calc. et d'argiles lignitifères à *Ostrea biauriculata, E. flabellata, E. Columba*, etc., surmontés de grès calc. avec quelques Ostracées, *Orbitolina concava*, des Echinides et

des Rudistes. Puis viennent des calc. à Ichthyosarcolites (*Ich. triangularis*, *Caprina adversa*, *Sphærulites Fleuriausi*, etc.), couronnés par des calc. grenus et suboolitiques, avec quelques Rudistes, activement exploités aux environs d'Angoulême.

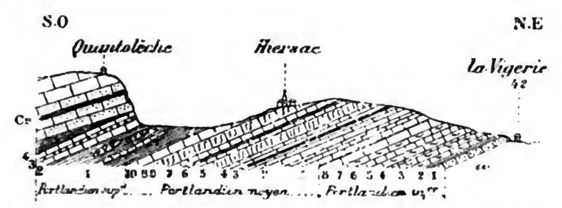


Fig. 7. — Coupe du Portlandien de la Vigerie à Quantolèche (Charente).
Portlandien inférieur (très analogue à celui de la coupe précédente. Portlandien moyen, série de calcaires marneux et en plaquettes, alternant par places avec des marnes à *Corbula mosensis*, *Protocardia purbeckensis*, *Corbicella Barrensis*, à la base et *Corbula inflexa* à la partie supérieure; Portlandien supérieur, *argiles gypsifères* alternant avec des bancs de calc. noirâtre et oolitique, surmontées par des calc. à *Corbula inflexa*, *Cr*. Cénomanien, grès et argiles à *O. flabellata*, *O. biauriculata*.

Par places, on trouve des calc. à Lithothamnium, au voisinage des calc. à Ichthyosarcolites.

Le *Ligérien*, qui comprend des calc. marneux et des marnes à *Am. Rochebrunei*, *Ostrea columba*, *Ter. carinata*. etc., possède une composition très uniforme dans tout le bassin de l'Aquitaine.

L'*Angoumien* forme des abrupts, des falaises pittoresques partout où il affleure : cela tient à la résistance, à l'érosion, des sédiments qui le constituent. L'étage complet a une épaisseur d'environ 60 mètres à Angoulême. C'est dans cet étage que sont ouvertes les carrières importantes de pierre de taille dite d'Angoulême, et celle de Chancelade, près de Périgueux.

D'une façon générale, l'Angoumien comprend des calc. crayeux, suboolitiques ou compacts, avec des intercalations plus ou moins étendues de lentilles récifales à Rudistes et parfois à Polypiers. Très fréquemment on observe le passage des calc. crayeux, sans Rudistes aux calc. à Rudistes qui ne sont pour ainsi dire qu'un accident (important il est vrai), au milieu de la formation.

Près d'Angoulême (Rabion), l'Angoumien inférieur (Provencien auct. exclu) est ainsi constitué :

d. Calc. crayeux à *Biradiolites lumbricalis*, *Sphærulites patera*.

c. Calc. compact à *Sphærulites Ponsianus*.

b. Calc. crayeux à nombreux débris d'Echinides, d'Encrines, de Bryozoaires, quelques rares Radiolites, *Sphærulites patera*, etc.

a. Calc. compact, gélif, à *Cyphosoma Engolismense, Ostrea Arnaudi*.

L'Angoumien inférieur forme l'entablement de la colline sur laquelle est bâtie Angoulême.

L'Angoumien supérieur (Provencien auct.) ne sera vu que dans la 5e journée.

CINQUIÈME JOURNÉE. — **Samedi 11 août.**

Départ d'Angoulême en chemin de fer, à 4 h. 20, pour Nontron. arrivée à 6 h. 5. Hôtel du Nord. — Etude du Lias, du Bajocien oolitique et du Bathonien saumâtre. Failles limites du Massif Central. Déjeuner à Nontron. Départ en voiture à 2 heures, pour Mareuil. Etude de l'Angoumien et du Provencien. Dîner et coucher à Mareuil (Hôtel Petit).

FAILLES LIMITES. Le bord occidental du Massif Central est découpé, comme à l'emporte-pièce, sur plus de 200 kilomètres, par un système de failles faisant buter les roches cristallines de ce massif contre les diverses assises du Lias et du Bajocien (dans le bassin de Brives, contre le Permien et le Trias). Près de Nontron, ce sont les micaschistes qui viennent en contact avec le Lias et le Bajocien. Le Lias moyen, qui est à l'altitude 250 à Nontron, est rejeté à l'altitude 158 près de Puyfetaud, la dénivellation est d'environ 100 mètres (fig. 8).

Le bassin de l'Aquitaine, à l'ouest du Massif Central, a donc l'apparence d'un bassin d'effondrement, mais les études tectoniques du bassin montrent que les failles semblent résulter de la rupture de plis trop aigus, et qu'il n'y a pas eu seulement une simple descente verticale des couches ; en un mot, que le Massif Central n'est pas un *horst*, au sens où on

l'entend. Ces failles limites sont d'ailleurs généralement parallèles aux plis affectant les couches cristallines elles-mêmes (v. carte).

Le Lias sera étudié dans les tranchées du chemin de fer, près de Puyfetaud, le Bajocien et le Bathonien près de Saint-Martial de Valette.

Le Rhétien ne se montre pas. L'Hettangien a une constitution analogue à celle de Chasseneuil. Il comprend à la base des calc. gris bleu, pyriteux, devenant jaunâtres à l'air, surmontés de calc. jaunes, magnésiens, avec géodes de calcite, de barytine et de dolomie. Quelques lits oolitiques sont intercalés. Ils renferment *Avicula Deshayesi*, *Cypricardia caryota*, *Pecten*, etc.

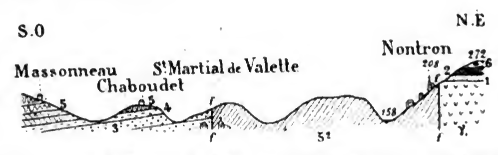


Fig. 8. — Coupe de Nontron à Massonneau (Dordogne). ξ 2. micaschistes. γ, granite.

1 Lias moyen; 2. Lias supérieur; 3. Bajocien supérieur oolitique avec niveaux fossilifères; 4. Bathonien inférieur, série de calc. compacts, oolitiques et marneux, à faune *saumâtre*: *Cyrena*, *Sphœnia*, *Protocardia*, *Paludina bulbiformis*. Faune marine : *Anisocardia*, *Lucina Bellona*, *Ceromya plicata*, *O. costata*, *Pteroperna pigmæ*, *Alaria*, Nerinées; 5. Bathonien supérieur : Série de calc. oolitiques et compacts à *Nerinea expansa*. *Pupuroidea*, *Morreausi*, *Cylindrites*, *Rhynch. decorata*, *Rhynch. elegantula*, quelques Polypiers par places. f.f. failles limites.

Le Lias moyen est formé par des calc. micacés, un peu gréseux, brun foncé, à *Bel. niger*, *Pecten acuticostatus*, couronnés par des grès calc. gris bleu, durs, à nombreux fossiles. *Am. margaritatus*, *Zeil. punctata*.

Le Lias supérieur est constitué en grande partie par des argiles et des marnes avec de rares fossiles : *Am. Levisoni* à la base et *Gryphœa Beaumonti* à la partie supérieure.

Bajocien *(faciès oolitique)*. Le Bajocien des environs de Nontron est très différent de celui de Chasseneuil et de Sauzé qui est représenté par des calcaires compacts ou gris bleu à Céphalopodes avec zones à silex. Ici il n'y a plus de calcaires gris bleu, ni de silex, ni de marnes, ni de Céphalopodes. A la base on trouve des calcaires dolomitiques et des dolomies

versicolores surmontées par d'épais calcaires compacts et oolitiques avec niveaux très fossilifères. On y recueille : *Nerinea oolitica, Ner. expansa, Ner. pisolitica, Ner. elegantula, Pseudomelania niortensis, Neritopsis sulcosa. Patella (Helcion rugosa). Lima (Cten.) proboscidea, Pecten pumilus, Gervillia acuta, Arca hirsonensis, Trigonia. Tancredia, Rhynch. quadriplicata, Stomechinus bigranularis.* Débris d'Ammonites et de Belemnites dans les zones de charriage. avec des Polypiers.

Le faciès oolitico-dolomitique du Bajocien se poursuit vers le sud sur plus de 100 kilomètres.

Bathonien *(faciès saumâtre du Bathonien inférieur)*. Le faciès des calcaires à silex et à Céphalopodes du détroit du Poitou est ici remplacé par des calcaires marneux et oolitiques avec faune saumâtre à la base (Cyrènes, *Protocardia, Sphænia,* Paludines) et des calcaires compacts et oolitiques à Nérinées, *Rhynch. decorata, Rhynch. Hopkinsi, Rhynch. elegantula,* à la partie supérieure. Ce faciès saumâtre et oolitique s'étend avec quelques modifications jusqu'au sud du Massif Central sur plus de 200 kilomètres ; on le trouve au sud (région des Causses). et en quelques points vers le nord (Vallée de la Creuse), de sorte qu'il existe sur plus de 400 kilomètres sur le pourtour de ce massif.

La coupe (fig. 8) donne le détail des assises du Bajocien supérieur et du Bathonien.

Sixième journée. — **Dimanche 12 août.**

Environs de Mareuil. Le matin, étude des étages Virgulien, Cénomanien, Ligérien, Angoumien, Provencien et Coniacien autour du dôme de Mareuil. Le soir, en voiture de Mareuil à Ribérac. En route : étude du Santonien et du Campanien, près de Verteillac. Étude des tranchées du chemin de fer entre Ribérac et Richarren. Campanien supérieur et Maestrichtien. — Départ à 7 h. 10, en chemin de fer, de Ribérac pour Périgueux. Dîner et coucher à Périgueux, hôtel Didon.

Dôme de Mareuil. — Le dôme de Mareuil est formé par le Virgulien et tout le crétacé (sauf le Maestrichtien). Il se relie au remarquable plissement (V. carte) qui se poursuit depuis

les environs de Brives jusqu'au-delà d'Angoulême, sur plus de 200 kilomètres et se résout en faille, en isoclinal, en monoclinal, suivant les points où on l'examine.

A Mareuil, le dôme est très dissymétrique, le plongement des couches est fortement accentué vers le N.-E. (il dépasse en certains points 70°); il est beaucoup plus faible vers le S.-O.; sur une faible étendue, le pli s'étant rompu a donné naissance à une faille faisant buter le Virgulien contre l'Angoumien. L'existence de ce dôme, faisant réapparaître tous les étages du Crétacé sur un espace très restreint (fig. 9), il sera facile de les étudier en suivant le pourtour du dôme.



Fig. 9. — Coupe à travers le dôme de Mareuil (Dordogne). Plongement très accentué des assises vers le N.-E., faible vers le S.-E., faille assez limitée.

1. Virgulien, calc. sublithogr. à *Am. orthocera*; 2. Cénomanien; 3. Ligérien; 4. Angoumien inférieur; 5. Angoumien supérieur (Provencien auct.); 6. Coniacien; 7. Santonien; 8. Campanien; 9. Argiles à silex.

Le *Virgulien* comprend des calcaires sublithographiques, gris bleu, en plaquettes ou en bancs épais, renfermant : *Am. orthocera*, *Pinnigena Saussuri*, *Exogyra virgula*, *Ex. bruntrutana*. Des lits lumachelles sont intercalés au milieu des calcaires, dont la partie supérieure est percée de nombreux trous de pholades.

Le *Cénomanien* (entre Mareuil et Saint-Priest) est formé à à la base par des grès, alternant avec des argiles à nombreuses *Ostrea biauriculata*, *O. flabellata*, etc., et à la partie supérieure par des calcaires jaunes un peu gréseux à Ichthyosarcolites, *Caprina adversa*, *Apricardia lævigata*, *Polyconites operculatus*, *Gyropleura navis*, *Ichthyos. triangularis*, etc., couronnés par des calcaires à *Sauvagesia*.

Le *Ligérien* (Vallon de la Chabroulie) est principalement constitué par des calcaires noduleux et marneux à *Am. Rochebrunei*, *Ex. columba*, *Ter. carentonensis*.

L'Angoumien inférieur offre deux termes : un terme

inférieur formé par des calcaires sublithographiques, gélifs avec quelques Ammonites : *Am. Fleuriausi* et un terme supérieur constitué par des calcaires blanchâtres, tendres (expl. près de la Rochebaucourt), à *Biradiolites lumbricalis, Radiolites angulosus* (Nérinées). Ces calcaires passent à des calcaires grenus, avec îlots de Rudistes. Il y a enchevêtrement des calcaires grenus et des calcaires récifaux à Rudistes.

L'*Angoumien supérieur* (Provencien auct.) est assez puissant (tranchées du chemin de fer). Il est formé surtout par des calcaires compacts avec nids de Rudistes, ou niveaux récifaux à *Sphœr. radiosus, Sphœr. Sauvagesi, Sphœr. sinuatus, Plagioptychus, Hippurites petrocoriensis.*

Le *Coniacien* (tranchée de la route de Mareuil, près de la gare) offre les termes suivants :

d. Série de calc. noduleux ou schisteux, glauconieux, très fossilifères : *Ostrea auricularis, Rhynch. Baugasi, Hemiaster stella, Micraster turonensis, Orthopsis miliaris*, etc., nombreux Bryozoaires.

c. Calc. blanchâtres, très durs, devenant schisteux à l'air à *Ter. echinulata, Cyphosoma ameliæ, Orthopsis miliaris, Actæonella crassa.*

b. Calc. blancs, très durs, à nombreux Bryozoaires, *Tissotia (T. Ewaldi, T. haberfellneri)* et Gastropodes.

a. Calc. finement grenu, avec grains de quartz microscopiques, à apparence sableuse, nombreux fossiles : tiges d'Encrines, petites Ostracées et Ammonites.

Le *Santonien* (La Chapelle Montabourlet, gare de Verteillac) comprend une série de calc. durs, grisâtres, gélifs, devenant schisteux, glauconieux et pyriteux, à nombreux Bryozoaires, avec niveau-lumachelle à *Ostrea vesicularis* (Santonien moyen). Fossiles de l'étage : *Am. texanus, Am. syrtalis, Cyphosoma magnificum, Salenia scutigera, Hemiaster nasutulus*, quelques Rudistes : *Sphœr. Hœninghansi. Hipp. bioculatus, Hipp. Toucasi.*

Le *Campanien* (de Verteillac à Riberac), très épais, plus de 100 mètres d'épaisseur, est constitué par des calc. marneux, gris bleu, devenant blanchâtres, glauconieux, pyriteux, avec silex gris pâle, tachés d'oxyde de fer. Plusieurs zones et niveaux fossilifères. A la base nombreuses *O. Matheroniana*,

Salenia scutigera, *Micraster laxoporus*, *Hemiaster nasutulus*, etc. Plusieurs niveaux à *O. vesicularis*, *O. hippopodium*, *O. Santonensis*; quelques formes déroulées : *Scaphites*, et des *Turrulites*.

Le Maestrichtien (M. inf. et moyen) des environs de Riberac est des plus intéressants par son faciès et sa faune. Le Maestrichtien supérieur et le Danien ne seront étudiés que le huitième jour.

Il comprend la série suivante :

Maestrichtien inférieur. *d*. Calc. dur, un peu glauconieux, rempli de Bryozoaires, nombreux Polypiers et Rudistes (association) : *Sphær. Hœninghausi*, *Sphærulites*, *Radiol. fissicostatus*, *Hipp. Espaillacei*; avec *Baculites anceps*, *Cyphosoma Sæmani*, *Lima maxima*, *Nerita rugosa*, *Waldh.*, *Clementi*. *Rhynch. vesicularis*, etc.

On remarquera, en dehors de l'association des Polypiers et des Rudistes, la présence, par places, de nombreuses Nérinées et Pseudomélanies.

c. Plusieurs niveaux à *Ostrea vesicularis* alternant avec des calcaires grenus.

b. Calcaire tendre et grenu, un peu glauconieux, à *Orbitolites media*, nombreuses Nérinées par places. *Nerita rugosa*.

a. Calcaires glauconieux, schisteux, à Bryozoaires et silex. *Sphær. Hœninghausi*. *Nautilus Dekayi*.

Le *Maestrichtien* moyen est différent, comme aspect, du Maestrichtien inférieur. Il est formé par des calcaires jaunâtres à l'extérieur, très durs, grenus, d'apparence sableuse, avec tiges d'Encrines, Astéries, faune voisine de la précédente. *Hemiaster prunella*, *Micraster laxoporus*, *Cyclolites hemisphærica*, etc. Noter le changement considérable qui se produisit à la fin du Campanien, au point de vue pétrographique et faunique.

Septième journée. — Lundi 13 août.

Départ de Périgueux en chemin de fer, à 9 h. 13, pour le Bugue. Arrivée 10 h. 32. Déjeuner hôtel Ladeuil. Départ en voiture pour le vallon des Faures (Virgulien, Cénomanien, Ligérien, Angoumien). Tranchées de Saint-Cyprien, magnifique développement

du Provencien, Les Eysies (Coniacien). Visite aux célèbres grottes préhistoriques des Eysies, de Laugerie Haute et de Laugerie Basse). Coup d'œil sur la pittoresque vallée de la Vezère. Dîner et coucher à l'hôtel Ladeuil.



DURAND, PHOT

Fig. 10. — Vue des falaises crétacées (Coniacien) des Eyzies (Dordogne) sur le bord de la Vézère. On aperçoit une partie du bourg et l'ancien château.

Pli de Saint-Cyprien Le Bugue. — Ce pli, qui se poursuit sur plus de 200 kilomètres, depuis Barré (Charente-Inférieure), Châteauneuf (Charente), La Tour-Blanche, Périgueux, jusqu'au delà de Veyrines (Dordogne), offre les mêmes modifications que le pli de Mareuil Meyssac (dôme, monoclinal, isoclinal, faille). Au vallon des Faures, près du Bugue, l'axe du pli constitué par le Virgulien est limité par deux failles, l'une (celle de Capoulat) fait buter le Virgulien contre le Cénomanien, le Ligérien, l'Angoumien, le Provencien et le Coniacien très fortement redressés ; l'autre (faille des Faures) met en contact le Virgulien avec le Ligérien et l'Angoumien peu inclinés.

La coupe donne l'allure et le détail des assises qui seront examinées.

Le *Cénomanien* affleure faiblement, le *Ligérien* est toujours constitué par des calcaires marneux à *Ostrea columba*, mais l'Angoumien inférieur est également formé par des calcaires sublithographiques, gélifs, peu fossilifères.

L'Angoumien supérieur (Provencien) est extrêmement remarquable. La coupe suivante (série après la fig. 11) en avait été donnée par M. Arnaud. Il faut noter surtout la variété des sédiments qui le constituent (grès, argiles, lignites 3 niveaux), calcaires marneux, calcaires grenus, et les niveaux à *Hippurites* où les *Polypiers* sont associés à ces derniers.



Fig. 11.— Coupe le long de la vallée de la Vézère (rive droite) entre les Eyzies et la Gardette. Cette coupe intéresse le pli de St-Cyprien-Périgueux.

Il y a réapparition du Virgulien 1. et des étages inférieurs du Crétacé ; 2. Cénomanien ; 3. Ligérien ; 4. Angoumien ; 5. Provencien ; 6. Coniacien inférieur (calc. à silex à *Rhynch petrocoriensis*) ; 7. Coniacien supérieur, calc grenus et gréseux à *O. auricularis*, *Echinides*, *Bryozoaires* ; 8. Santonien ; 9. Argiles de décalcification.

Tranchée de St-Cirq (n° 5 de la coupe précédente) détail des assises en partie, d'après M. Arnaud.

1. Calcaire blanc à *Cardium alternatum* et *Sphærulites* ; 2. Calcaire grenu à Acteonelles, *Arca*, foramifères ; 3. Marne bleue, pyriteuse, avec lignites : Ostracées et *Nucleolites parallelus ;* 4. Calcaire suboolitique à Nérinées, Lamellibranches, *Catopygus obtusus ;* 5. Marne bleue, sableuse : 6. Calcaire gréseux sans fossiles ; 7. Argile gris-bleue, sableuse ; 8. Calcaire grenu, gréseux par places, exploité aux Eymaries (rares fossiles) ; 8. Calcaire gréseux à *Hippurites petrocoriensis*, *Hipp. Rousseli*, *Radiolites angulosus*, *Rad. cornupastaris*, *Sph. patera ;* 9. Marne sableuse avec lignites et *lithophages* ; 10. Calcaire marneux passant à un calcaire grenu, faune de 8 ; 11. Sables et lignites (3e niveau) ; 12. Calcaire grenu sans fossiles ; 13. Calcaire marneux, pyriteux très fossilifère, avec faune de 8 : *Sphær Coquandi*, *Plagioptychus*, *O. diluviana*, *Periaster Verneuili*, *Goniopygus menardi*, etc.

Le *Coniacien* forme les pittoresques falaises de la Vézère, aux environs des Eyzies (fig. 10). Il est principalement constitué par des grès, des calc. grenus et gréseux, glauconieux, à Bryozoaires, tiges d'Encrines et assez nombreux Echinides : *Orthopsis miliaris*, *Micraster turonensis*, *Hemiaster stella*, *Rhynch. Baugasi*, etc.

Si le temps le permet, on étudiera le Santonien et le Campanien du Bugue.

HUITIÈME JOURNÉE. — **Mardi 14 août.**

Départ en chemin de fer du Bugue, pour Le Buisson, à 6. h. 39. Arrivée à 6 h. 52. En voiture à Beaumont-du-Périgord en passant par Cadouin (cloître). De St-Avit-Sénieur à Beaumont, coupe du Maestrichtien complet et du Danien. Déjeuner à l'Hôtel Misermont. Le soir, étude des gisements importants d'Hippurites silicifiés. Départ pour Paris.

Maestrichtien. — La coupe fig. 12 montre la succession des assises qui seront étudiées en même temps que leur allure. A St-Avit, on observe un anticlinal relevant le Maestrichtien inférieur d'environ 50 mètres et faisant réapparaître le Campanien supérieur.

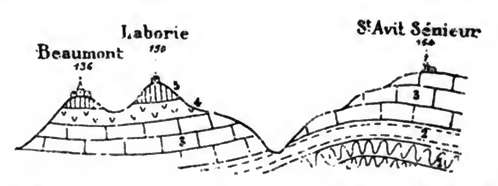


Fig. 12. — Coupe entre Saint-Avit-Sénieur et Beaumont (Dordogne).
1. Campanien supérieur; 2. 3. 4. Maestrichtien; 5. Tertiaire.

Détail des assises du Maestrichtien de Beaumont (2, 3, 4, de la coupe précédente, en partie d'après M. Arnaud).

1. Calcaire marneux à silex et marnes grises à *Nautilus Dekayi, O. matheroniana, O. vesicularis, Hemiaster nasutulus*; 2. Calcaire jaune, cristallin dur; 3. Calc. jaune, grenu exploité activement aux environs de Beaumont: *Orbitoides media, Hippurites radiosus, Nérinea bisulcata, Nerinea rugosa*; 4. Série de calc. jaunes, durs, grenus et gréseux. à tiges d'encrines, Echinides, Foraminifères (*O. media*) avec quelques Rudistes, *Hipp. radiosus, Hipp. Lamarcki, Hipp. Lapeirousi, Sphær. Hœningausi. O. larva*; Série de grés, de sables et d'argiles à *Nerita rugosa, Janira quadricostata*; 6. Calc. noduleux, grenu, à nombreux *Rudistes*, mélangés à des Polypiers, niveau très fossilifère à *Lapeirousia Jouanneti, Hippurites radiosus Sphærulites, Radiolites, Toucasia*, Polypiers nombreux *Chama, Inoceramus, Nérinées* (faune de Récif). Les fossiles de ce dernier niveau sont silicifiés au Peyroux et admirablement conservés; Les sables qui terminent ici la série crétacée correspondent peut-être au Danien.

Les gisements d'Hippurites silicifiés se trouvent à trois kilomètres au N.-O. de Beaumont, près du village du Peyroux, Aux Rudistes, très nombreux, dont quelques-uns (Sphœrulites) ont une taille considérable, sont associés des Polypiers. Ce qui indique une fois de plus que ces organismes vivaient dans des conditions analogues.

Carte géologique schématique
DU BASSIN DE L'AQUITAINE
par Ph. Glangeaud

POITIERS
Fontenay
Montmorillon
NIORT
LA ROCHELLE
Massif Central
St Jean-d'Angély
Ruffec
Rochefort
Matha
LIMOGES
Vienne R.
Saintes
Cognac
Chasseneuil
La Rochefoucauld
ANGOULÊME
Châteauneuf
Nontron
Barbezieux
Jonzac
Ribérac
Brives
TULLE
PÉRIGUEUX
Isle R.
Dronne R.
Sarlat
Dordogne R.
BORDEAUX
Bergerac
Beaumont
Gourdon
Figeac
Villagrains
Garonne R.
Fumel
Lot R.
CAHORS
Villefranche
Roquefort
AGEN

LÉGENDE

Roches cristallines — Primaire et Trias — Jurassique

Crétacé — Tertiaire

- Contours géologiques
- Anticlinal
- Synclinal
- Tracé hypothétique
- Faille
- Trajet suivi par le Congrès

Gravé et Imp. par Erhard Fres, Paris. — 8e Congrès géologique international.

ITINÉRAIRE

Lundi	6 août.	—	Rendez-vous à *Ruffec*, le soir, Hôtel Deschandeliers.
Mardi	7 »	—	Montalembert, Taizé, visite de la collection de M. Chauvet, *Ruffec*.
Mercredi	8 »	—	Raix, Angoulême, Magnac-Touvre, *La Rochefoucauld*.
Jeudi	9 »	—	Fontasie, Chasseneuil, *Angoulême*.
Vendredi	10 »	—	Venat, Hiersac, les Moulidars, Châteauneuf, *Angoulême*.
Samedi	11 »	—	Nontron, *Mareuil*.
Dimanche	12 »	—	Ribérac, Verteillac, Richarren, *Périgueux*.
Lundi	13 »	—	Le Bugue, les Faures, St-Cyprien, Les Eyzies, Laugerie-Haute et Laugerie-Basse, *Le Bugue*.
Mardi	14 »	—	Le Buisson, Beaumont du Périgord, Cadouin, *Paris*.

V

TYPES DU

TURONIEN DE TOURAINE

ET DU

CÉNOMANIEN DU MANS

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. de GROSSOUVRE

N° V



PANORAMA DE TOURS. PEIGNÉ, PHOT

CRÉTACÉ

DE LA

TOURAINE ET DU MAINE

NOTICE DE

M. de GROSSOUVRE

Lorsque l'on suit vers le Sud-Ouest les couches crétacées du bassin de Paris, on voit leurs caractères se modifier peu à peu : en arrivant dans le Maine et la Touraine, régions sur lesquelles nous nous proposons de les étudier, la différence est si prononcée que l'on a quelque peine à reconnaître les équivalents des niveaux observés plus au Nord-Est. La nature des sédiments et les fossiles qui y sont renfermés n'ont rien de semblable à ce que l'on rencontre en Champagne, dans la vallée de la Seine ou dans les falaises de la Manche. Aussi,

pendant longtemps, les rapports véritables entre ces assises de facies différents ont-ils été complètement méconnus.

Le sol sur lequel se sont déposées ces couches a eu, pendant toute la durée des temps secondaires, une histoire à part. Au Nord-Est, il est séparé de la dépression qui constituait le bassin de Paris proprement dit par l'axe du Merlerault dont le rôle important a depuis longtemps été signalé par d'Archiac: ce relèvement de l'ancien fond primaire a formé comme une sorte de barrière entre le Bassin de Paris et celui de l'Aquitaine; ou, plus exactement, à partir de cette ligne un plateau s'étendait vers le Sud, car c'est à tort, à mon avis, que l'on parle d'une communication entre les deux bassins qui n'aurait eu lieu que par le détroit de Poitiers. Cette opinion est uniquement fondée sur la distribution actuelle des terrains; or, celle-ci est le résultat des mouvements tertiaires et des érosions qui les ont suivis. Dans ce qu'on appelle le détroit de Poitiers les couches secondaires ont été préservées grâce à un affaissement local; mais d'autres lambeaux encore ont été conservés dans des bandes d'effondrement, tels ceux de Chantonnay et de Parthenay isolés au milieu des terrains cristallins du Bocage. Dans ces gisements, les caractères des roches liasiques et oolithiques présentent la plus grande analogie avec ceux qu'elles possèdent dans le détroit de Poitiers et indiquent ainsi qu'une même mer recouvrait alors d'une manière presque continue tout le territoire compris entre le Poitou et le littoral de l'Océan.

Au début de l'ère crétacée ce plateau était émergé, situation qui a persisté tout le temps que se déposaient dans le bassin de Paris les diverses couches infracrétacées : à l'époque de l'*Am. inflatus*, la mer ne baignait que le bord oriental du Maine et de la Touraine, mais elle ne pénétrait pas dans le département de la Sarthe. C'est seulement dans l'Orne que l'on a trouvé des traces de dépôts de cet âge.

Puis le mouvement de transgression continuant, la mer a envahi, à la fois par le Nord-Est et par le Sud, le plateau jusqu'alors exondé et s'est étendue rapidement sur toute sa surface. A ce moment des courants d'eaux chaudes venus des régions méridionales ont pu se diriger vers le Nord et ont permis aux Rudistes d'arriver dans des contrées où jus-

qu'alors ils étaient inconnus. Les Radiolites, les Sphérulites, les Ichthyosarcolithes, les Caprines ont pénétré, en plus ou moins grande abondance, dans le Sud-Ouest de la France et quelques-uns se sont avancés jusqu'au Hâvre, en Belgique et même en Angleterre.

Vers la fin de l'époque cénomanienne la mer devait recouvrir presque tout l'Ouest de la France et probablement une partie du massif de la Bretagne était seule émergée : dans le Cotentin, nous connaissons un lambeau à Ostracées et à Orbitolines ; un autre, dans les collines de la Normandie, occupe le sommet du Mont Pinçon (Calvados) au-dessus des grès siluriens : d'autres existent sur le littoral de l'Océan, au voisinage de l'embouchure de la Loire, dans la forêt de Touvois, aux environs de Challans, dans l'île de Noirmoutiers. Evidemment, nous avons là les débris, respectés par l'érosion, d'une immense couverture qui s'étendait d'une manière continue sur tout l'Ouest de la France et reliait, par le Poitou et l'Aquitaine, le bassin de Paris à la mer qui baignait la région pyrénéenne.

D'Orbigny a pris au Mans le type de son étage Cénomanien : comme les couches à *Am. inflatus* n'existent ni au Mans, ni même en aucun autre point de la Sarthe et qu'elles se montrent pour la première fois de ce côté à Ceton dans le département de l'Orne, il faut, si nous voulons nous conformer à la définition de d'Orbigny, laisser dans l'Albien les couches à *Am. inflatus* et ne faire commencer le Cénomanien qu'avec les couches à *Am. varians*, *Am. Mantelli*, *Am. falcatus*, etc.

Alors qu'à Rouen, cet étage est marneux et calcaire, au Mans il est tout entier à l'état sableux ; entre ces deux régions, il en existe une intermédiaire où il affecte des caractères mixtes et se compose d'alternances de sables et de marnes : c'est précisément la contrée que nous devons visiter aux environs de la Ferté-Bernard.

Au Mans, le Cénomanien, puissant d'une centaine de mètres, est constitué par des sables roussâtres, consolidés par places en grès grossiers. L'uniformité des caractères minéralogiques ne permet de reconnaître les divers niveaux qu'avec l'aide des fossiles qui d'ailleurs sont souvent assez rares. On peut y distinguer de haut en bas les assises suivantes :

Marnes à Ostracées : O. columba, O. biauriculata, avec un lit gréseux à la base où se trouvent divers Rudistes, *Radiolites Fleuriausi*, *Caprotina costata*, *Ichthyosarcolithes triangularis*, etc.

Sables du Perche ou sables supérieurs à *Rh. compressa* : sables plus ou moins grossiers avec bancs et blocs de grès, *A. rhotomagensis*, *S. inornatus*, *Janira phaseola*, etc.

Sables et grès du Mans à *S. æqualis*, *T. costatus* et Trigonies : *Baculites baculoïdes*, *Avellana cassis*, *T. Menardi*, etc.

Sables et grès de la Trugalle et de Lamnay à *Perna lanceolata*, *Lima Reichenbachi*, *Arnothopygus orbicularis*, *Codiopsis doma*, etc.

Glauconie à *O. vesiculosa* avec graviers quartzeux à la base.

Si du Mans on se dirige vers l'Est, on voit se développer à la partie inférieure de ce massif sableux une assise marneuse, la *Craie marneuse* à *Pecten asper* et *Turrilites tuberculatus* qui recouvre l'argile glauconieuse à *O. vesiculosa* et au-dessus de laquelle se poursuivent les Sables et grès à *Perna lanceolata* ; ceux-ci sont surmontés par un nouvel horizon marneux qui commence à apparaître vers Condrecieux, la *Craie marneuse* à *Scaphites æqualis* et *Turillites costatus*, équivalent latéral des Sables du Mans ; au sommet on retrouve les sables cénomaniens supérieurs ou *Sables du Perche* avec *O. columba* et Trigonies.

Plus à l'Est encore, dans l'Orne, l'assise sableuse inférieure s'atténue et s'efface, les deux massifs calcaires se soudent et les sables du Perche persistent seuls pour disparaître à leur tour dans l'Eure, de sorte que finalement le Cénomanien tout entier n'est plus représenté que par une série de couches calcaires et marneuses.

La région entre La Ferté Bernard, St-Ulphace, Théligny, Lamnay et Vibraye nous offre un bon exemple de l'alternance des facies marneux et sableux.

La Glauconie à *O. vesiculosa* est bien développée près de La Ferté-Bernard.

Elle est surmontée par la Craie glauconieuse à *Am. Mantelli*, *Am. Vibrayei*, *Am. falcatus*, *Turrilites tuberculatus*, *Cardium Moutoni*, etc., visible dans les talus des chemins, notamment entre Courgenard et Saint-Ulphace.

Au-dessus viennent les Sables et grès à *Perna lanceolata*

et à Echinides ; puis l'assise calcaire dite Craie de Théligny et de Saint-Ulphace à *Scaphites æqualis* et *Turrilites costatus*. Ces fossiles et surtout les Céphalopodes y sont souvent à l'état de moules phosphatés recouverts d'un enduit brillant : *Am. varians*, *Am. rhotomagensis*, *Scaphites æqualis*, *Baculites baculoïdes*, *Hamites simplex*, *Turrilites costatus*, *Avellana cassis*, *Kingena lima*, *Hemiaster cenomanensis*,

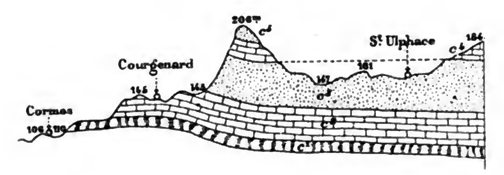


Fig. 1. — Coupe de La Ferté-Bernard à St-Ulphace, suivant la Route départementale N° 14, d'après Guillier.

Peltastes acanthoïdes, etc. On voit le contact de cette craie et des sables inférieurs dans la carrière de Condrecieux.

Enfin les sables supérieurs à *Rh. compressa*, Sables du Perche, couronnent les hauteurs de Théligny, Saint-Ulphace, etc.

Les Marnes à *Ostrea biauriculata* ne dépassent guère Connerré.

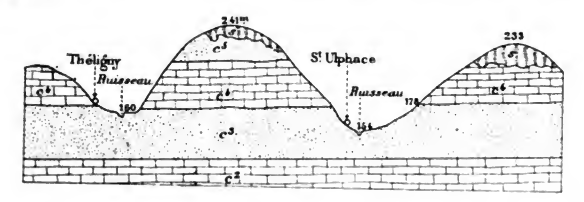


Fig. 2. — Coupe passant par Théligny et St-Ulphace, d'après Guillier.

S, terrain à silex ; C^5, sables du Perche ; C^4, craie à *Scaphites æqualis* et *Turrilites costatus* ; C^3, sables et grès à *Perna lanceolata* et *Anorthopygus orbicularis* ; C^2, craie glauconieuse à *Pecten asper* et *Turrilites tuberculatus* ; C^1, glauconie à *Ostrea vesiculosa*.

Au-dessus, soit des Marnes à Ostracées, soit des Sables à *Rh. compressa*, lorsque les premières font défaut, vient une

zone sableuse dite *Sables à Catopygus obtusus* qui parfois prend le facies calcaire, comme à Mayet par exemple. Elle est particulièrement bien caractérisée à Bousse, non loin de La Flèche. On y trouve une série de fossiles, Lamellibranches. Brachiopodes et Echinides, en partie cénomaniens, en partie turoniens, mais, comme ces derniers paraissent prédominer, on a été jusqu'ici d'accord pour rattacher cette zone à l'étage Turonien.

Cette conclusion ne me paraît pas absolument fondée, car dans la Charente, on observe entre le Cénomanien et le Turonien une zone qui occupe exactement la même position que la précédente et qui possède une partie de ses fossiles : elle a été cataloguée par M. Arnaud sous la lettre D^1 ; c'est la Craie à *Terebratella carentonensis* dans laquelle on rencontre un certain nombre des types des Sables à *Catopygus obtusus* du Maine et de l'Anjou. Mais on y trouve en même temps des Ammonites du groupe de l'*Am. rhotomagensis*, et M. Arnaud y a recueilli des Echinides cénomaniens tels que *Hemiaster bufo* et *Cidaris rhotomagensis*, de sorte que le rattachement de cette zone au Cénomanien paraît indiqué.

Les Sables à *Catopygus obtusus* renferment comme principaux fossiles *Lima cenomanensis*, *Pecten Guerangeri*, *Janira phaseola*, *Ostrea columba*, var. *media* et var. *gigas*, *Rhynchonella Cuvieri*, *Catopygus obtusus*, *Nucleolites parallelus*, etc.

Ils sont surmontés par la craie glauconieuse à *Terebratella carentonensis*, d'une épaisseur très faible, 2m au plus, dont les fossiles les plus abondants sont, avec l'espèce précédente, *Terebratula phaseolina*, *Ostrea lateralis*, *Ostrea Baylei* (forme qui paraît pouvoir être distinguée de l'*O. vesiculosa*. telle qu'on l'entend généralement en France (1).

Les couches précédentes peuvent s'observer aux environs de Bouloire.

Je suis tout disposé, conformément à ce que je viens de dire, à ne faire commencer le Turonien qu'avec la Craie à *Inoceramus problematicus*, craie marneuse, blanche, plus ou

(1) M. Ch. Barrois a indiqué dès 1875 que le type de l'*O. vesiculosa*, Sow. provient de l'Upper Greensand et diffère de la forme du Cénomanien supérieur ; cette dernière est l'*O. Baylei*, Cognand, parfois aussi appelé O. *pseudovesiculosa*.

moins tendre ou compacte, d'ordinaire avec cordons de rognons de silex noirs. Elle forme un horizon de caractères bien constants dans le Maine et la Touraine. Les fossiles y sont très rares, à part de mauvaises empreintes d'Inocérames : *Discoïdes inferus*, *D. minimus*, *Rh. Cuvieri*.

Au-dessus, le facies des couches turoniennes est excessivement variable, non seulement sur la hauteur, mais aussi dans le sens horizontal : tantôt c'est une craie grenue, sableuse, contenant en abondance des débris de Bryozoaires ; ailleurs c'est une roche grisâtre, micacée, remplie de silex branchus : à divers niveaux se développent des bancs remplis de grands Lamellibranches : *Arca*, *Cyprina*, *Trigonia*, *Ostrea columba gigas*. Dans l'Ouest de la Touraine et notamment aux environs de Sainte-Maure et de Chinon, les couches se chargent de sable quartzeux et passent à de véritables sables ou grès très peu fossilifères.

A divers niveaux on rencontre une craie plus compacte susceptible d'être exploitée comme pierre de taille tendre, connue sous le nom de *Tuffeau* : fréquemment des habitations y sont creusées.

Tous les tuffeaux n'appartiennent pas à la même zone et on peut y distinguer plusieurs horizons caractérisés chacun par une faune différente.

Le tuffeau de Saumur est le plus inférieur : il renferme *Am. Revelierei*, Courtiller (qui est la forme de la Charente nommée par Coquand *Am. Rochebrunei*). *Am. peramplus*. *Am. Telinga*, Stoliczka (décrit par Courtiller sous le nom d'*Am. cephalotus*), *Am. salmuriensis*, *Am. Fleuriausi*, *Am. cf. Woolgari* (je ne suis pas sûr de l'identité avec le type anglais et avec la forme que l'on rencontre plus haut) ; *Am. cf. ornatissimus* (espèce rapportée d'ordinaire à *Am. Deveriai* mais en différant par cinq lignes de tubercules sur chaque face, au lieu de quatre et se rattachant ainsi au groupe de l'*Am. ornatissimus*, Stoliczka ; elle diffère d'ailleurs du type par certains caractères).

Le tuffeau de Bourré est caractérisé par *Am. peramplus*. *Am. papalis* et l'Ammonite que j'ai décrite sous le nom d'*Am. deverioïdes*, var. *inermis*.

Cet horizon me paraît inférieur à celui de la vallée du Loir, où, aux environs de Poncé, l'on trouve *Am. Galliennei*, *Am.*

ornatissimus et *Am. Woolgari* bien typique : j'ai d'ailleurs rencontré *Am. ornatissimus* dans les couches à *Terebratulina Bourgeoisi*, facies de la partie supérieure du Turonien aux environs de Montoire.

Enfin c'est tout à fait au sommet du Turonien que l'on peut rencontrer *Am. Requieni* et *Am. Deveriai* typique.

Près de St-Paterne le Turonien se termine par une craie grise, micacée, grossière, peu fossilifère, n'offrant que quelques petites *O. eburnea* et *Exogyra turonensis*, que surmonte une craie à *Callianassa* dans laquelle sont assez fréquents des radioles de *Cidaris hirudo*.

Le Sénonien du Bassin de Paris ne rappelle en rien celui de la Touraine, tandis que ce dernier offre au contraire une extrême analogie avec les couches de même âge de l'Aquitaine. Dans ces deux dernières régions les mêmes faunes se succèdent dans le même ordre et souvent les conditions de dépôt ont été si semblables que la roche est la même des deux côtés et qu'il serait fort difficile de distinguer un fossile de Villedieu d'un autre venant de la Charente.

La Craie de Villedieu forme la base du Sénonien de d'Orbigny : cette assise, malgré sa faible épaisseur, comprend, comme je l'ai montré en 1889, plusieurs zones caractérisées chacune par une faune spéciale d'Ammonites.

Ces fossiles y sont d'ailleurs en général fort rares et il a fallu d'heureuses trouvailles dues aux recherches persévérantes de Triger, Le Mesle, l'abbé Bourgeois et du marquis de Vibraye pour permettre de reconstituer la faune de chacune des zones que je distingue.

La première renferme *Am. ponsianus*, *Am. Janeti*, *Am. Fritschi*, *Am. Zeilleri*, *Am. Margæ*, *Am. bajuvaricus*, *Am. subtricarinatus*, *Am. westphalicus*, *Am. Moureti*, *Am. Haberfellneri* ; on y a même recueilli quelques échantillons de ces Ammonites à cloisons simples, peu découpées, que l'on a pendant longtemps appelées les Cératites de la Craie, les *Tissotia* de Bayle. *Am. Ewaldi*, *Am. haplophyllus* ; en outre quelques Scaphites, *Sc. Meslei*, *Sc. Lamberti*, *Sc. Potieri* ; *In. involutus* existe à ce niveau.

Cette première zone est représentée soit par des calcaires durs, sublamellaires, tels que ceux exploités à Villedieu ou à Cangey, soit par une craie sableuse souvent assez difficile à

distinguer du Turonien, en raison de la similitude des roches et de leur pauvreté en fossiles caractéristiques.

Sur cette zone reposent des marnes glauconieuses à Ostracées bien nettement individualisées dans la vallée du Loir où l'on peut observer deux lits superposés, l'un inférieur constitué presque exclusivement d'*O. plicifera*. l'autre d'*O. proboscidea*. D'ordinaire à la base de ces marnes se rencontrent quelques Céphalopodes : *Am. Emscheris*, *Am. Bourgeoisi*, *Am. Bontanti*, *Ancyloceras* (?) *Douvillei*. Au-dessus, existe dans la vallée du Loir, un lit rempli de *Micraster turonensis* avec *M. carentonensis* et *Hemiaster nucleus*, ces deux derniers très rares : ce lit manque à Saint-Paterne.

Puis viennent quelques mètres d'une marne gréseuse, glauconieuse, remplie de Bryozoaires avec quelques lits de nodules siliceux et renfermant : *O. plicifera*, var. *spinosa*, *O. santonensis*, *O. Peroni*, *Rhynchonella vespertilio*, *Terebratulina echinulata*, *Cyphosoma magnificum*, *Salenia Bourgeoisi*, etc.

Elle est surmontée par une craie plus dure, noduleuse, très fossilifère : c'est l'horizon du *Spondylus truncatus* qui fournit encore assez fréquemment des débris de *Baculites incurvatus* et d'*Am. syrtalis* (= *Am. polyopsis*, Dujardin) avec ses variétés plates et épaisses (*Am. Guadaloupæ*).

Le fossile le plus caractéristique de ce niveau est le *Spondylus truncatus* accompagné de *Lima semisulcata*, *Lima marticensis*, *Ostrea decussata*, *O. laciniata*, *Vulsella turonensis*, *Naïadina Heberti*, et d'assez nombreux Echinides, *Cyphosoma magnificum*, *Salenia geometrica*, *Sal. Bourgeoisi*. *Pyrina ovulum*, *Catopygus elongatus*, *Trematopygus oblongus*. *Nucleolites minimus*, etc.

La série se continue par une craie chargée de silex branchus et encore remplie de Bryozoaires ; à mesure que l'on s'élève, elle devient plus fine, les fossiles disparaissent, les Bryozoaires diminuent de grosseur et deviennent moins nombreux : on passe ainsi peu à peu à une roche qui, extérieurement, présente la plus grande analogie avec la craie blanche du Bassin de Paris : j'y ai trouvé près de Chaumont quelques échantillons de Micrasters du groupe de *M. Brongnarti*, qui doivent être identifiés à *M. regularis*. Arnaud, de la base du Campanien de l'Aquitaine.

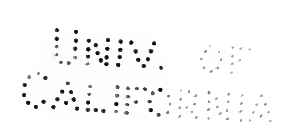
En certains points cette craie devient complètement siliceuse et c'est ainsi que nous pourrons l'observer à St-Cyr, près Tours : on y voit à l'œil nu de nombreux spicules de Spongiaires et l'examen microscopique permet d'y reconnaître une faune intéressante.

J'ai montré par le rapprochement d'un certain nombre de coupes que la zone inférieure de la craie de Villedieu corres. pond au sommet de la zone dite à *M. cortestudinarium (M. decipiens*, Bayle), du Bassin de Paris, et que les deux zones supérieures représentaient la craie à *M. coranguinum* ; l'une la zone à *M. turonensis* étant l'équivalent de la craie à *M. intermedius* Bucaille, et, l'autre, celui de la craie à Marsupites.

ITINÉRAIRE

Vendredi	10 août.	—	Rendez-vous à *Tours*, le soir, à l'Hôtel de Bordeaux.
Samedi	11 »	—	Vallée de la Loire aux environs de *Tours*, Langeais.
Dimanche	12 »	—	Saint-Paterne, *Le Mans* ou la *Ferté-Bernard*.
Lundi	13 »	—	Saint-Uphace, Launay, la *Ferté-Bernard*.
Mardi	14 »	—	Connerré, Coudrecieux, *Paris*.

VI



MAYENNE

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. D. P. ŒHLERT

PROGRAMME DE L'EXCURSION

Bassin de Laval. — Terrains poléozoïques du Précambrien au Carbonifère : étude de leur faune, leur succession. Sables éocènes et pliocènes. Cambrien des Coëvrons. Roches éruptives : granites, diabases, microgranulites, orthophyres. — Métamorphisme.

N° VI



VALLÉE DE LA MAYENNE, VUE DU CHATEAU-MAIGNAN (1)

MAYENNE ET SARTHE

NOTICE DE

M. D.-P. ŒHLERT.

L'excursion dans la Sarthe et dans la Mayenne aura pour principal but de montrer, dans cette région : 1° au point de vue sédimentaire, une série importante de dépôts paléozoïques comprenant les terrains précambriens, siluriens, dévoniens et carbonifères dont les assises sont en général fossilifères ; 2° au point de vue éruptif, un des massifs granitiques, les plus intéressants de la région, avec son métamorphisme exomorphe et les filons nombreux et variés qui le coupent ; enfin, diverses roches éruptives ou métamorphiques associées à certains étages paléozoïques. — Accessoirement, au cours de l'excursion, on verra des dépôts éocènes, pliocènes et quaternaires (2).

(1) Fig. 1. Légende : A. colline de grès à *Orthis Monnieri* ; B, crête de grès armoricain ; C, région des schistes précambriens et du granite.

(2) Les cartes géologiques de la Mayenne et de la Sarthe n'étant pas encore entièrement publiées, les géologues qui prendront part à l'excursion recevront, avec une carte géologique d'ensemble, une série de petites cartes détaillées pour chaque jour d'excursion.

Le massif armoricain, à la limite orientale duquel aura lieu la course, est rayé de l'ouest à l'est par une série de synclinaux qui disparaissent à l'est sous le Jurassique de la bordure occidentale du bassin de Paris. Actuellement, ces plis sont plus ou moins incomplets le long de leur parcours ; tantôt, en effet, les assises supérieures manquent par absence de dépôts ; tantôt l'érosion a fait disparaître ceux-ci, l'ablation ayant été favorisée dans certains cas par une flexion verticale de l'axe des synclinaux ; tantôt enfin des failles parallèles à la direction des bandes ont facilité la disparition d'une partie de celles-ci, soit par effondrement, soit par recouvrement. Ces accidents qui s'observent principalement au centre de la Bretagne et qui donnent un vif intérêt à la tectonique de cette région, tendent à s'amoindrir, à disparaître même, en s'avançant vers l'est ; dans cette direction, les plis se multiplient, deviennent plus réguliers et en même temps s'éventaillent, permettant ainsi aux différentes assises qui les remplissent, de s'y entasser plus nombreuses et plus régulières. Tel est le cas du bassin de Laval, l'un des plus importants synclinaux du massif armoricain, se poursuivant depuis l'Océan jusqu'au bassin parisien, et qui étranglé, disloqué vers le milieu de son parcours, commence à prendre graduellement, au nord-est de Rennes, une ampleur qu'il n'atteint toutefois définitivement qu'à partir de Laval.

Les régions parcourues par les excursionnistes appartiennent à un pays de bocage, où la topographie, peu accentuée, est encore dissimulée par le mode de culture : les champs et les prairies étant entourés de haies en terre assez élevées et plantées d'arbres et d'arbustes, qui empêchent souvent la vue de s'étendre au loin. L'horizon est, du reste, généralement borné et les reliefs, souvent indécis, se confondent en une série de collines irrégulières dont la signification géologique échappe au premier abord. Les vallées sont toujours pittoresques, en même temps qu'elles fournissent les affleurements les plus précis pour l'étude des roches et de la succession des terrains ; tel est le cas de la vallée de la Mayenne, qui coupe normalement les bandes paléozoïques, en profitant d'une série de cassures entièrement déblayées à l'époque quaternaire. L'étude des coteaux qui accompagnent la vallée

sur ses deux rives, présente un vif intérêt au point de vue géologique.

Première journée. — Jeudi 9 août.

Les congressistes arriveront à Laval (préfecture, 30.000 habitants) le 9 août, à une heure qui leur permettra de visiter la ville, coquettement située sur les deux rives de la Mayenne. L'ancienne ville, avec ses maisons groupées autour du donjon, est échelonnée sur la pente d'un coteau de schistes et de calcaire carbonifères que couronnent des graviers pliocènes ; la nouvelle ville, occupant la rive gauche, est bâtie sur des alluvions anciennes, cernées par des hauteurs de schistes carbonifères, au sommet desquels se trouvent des sables éocènes et des graviers pliocènes correspondant à ceux de l'autre rive.

Deuxième journée. — Vendredi 10 août.

Laval occupe le centre même du synclinal qui porte son nom : toutes les assises qui constituent son flanc nord s'appuient sur un massif granitique, au-delà duquel les schistes précambriens, très métamorphiques, prennent un aspect gneissique ; le flanc sud, au contraire, est en contact avec des schistes précambriens non modifiés. Le chemin de fer de Laval à Caen permettant de traverser rapidement du sud au nord, c'est-à-dire depuis le Carbonifère jusqu'au Précambrien et au granite, tous ces terrains que l'on examinera ensuite suivant leur ordre de succession ascendante, les excursionnistes se rendront le matin, par le premier train, à Mayenne (sous-préfecture, 11,000 habitants), point extrême de la course, pour redescendre ensuite vers le sud, tantôt par bateau, tantôt par voiture, en suivant les bords de la rivière.

La ville de Mayenne est bâtie sur les deux flancs escarpés de schistes granitisés (gneiss), visibles au pied du vieux château. Leur schistosité, régulièrement inclinée au nord, est très nette ; l'état brisé des grands cristaux de feldspath et de quartz, développés entre les feuillets, montre les effets d'un dynamométamorphisme énergique. De nombreux filonnets

de quartz sillonnent la roche, soit parallèlement à la schistosité, soit perpendiculairement à cette dernière.

Un bateau à vapeur permettra aux excursionnistes de descendre la Mayenne et de suivre, d'abord, les transitions, souvent insensibles, entre les schistes granitisés et le granite proprement dit (St-Baudelle) et aussi de constater l'absence de métamorphisme sur certains lits de schistes intercalés au milieu d'un granite où on observe une tendance à l'alignement dans les éléments constituants (Contest). Un peu plus loin, la vallée de la Mayenne traverse un massif de granite normal, tantôt à texture grossière, tantôt à grains fins (Sacé), que coupent de nombreux filons de micropegmatite, de microgranulite et de diabase quartzifère ; ces derniers sont caractérisés à leur partie supérieure par des sphéroïdes à couches concentriques, se détachant au milieu des parties altérées et indiquant une tendance à la structure perlitique en grand. Quand on arrive près du bord sud de ce massif, on remarque, dans la masse de la roche, des fragments de schistes très micacés, à contours anguleux, et ayant souvent

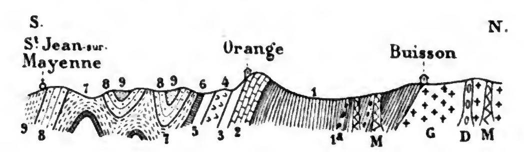


Fig. 2. — Coupe dirigée N. S. le long de la Mayenne et montrant la succession des couches les plus inférieures du flanc N. du bassin de Laval. Echelle : 1/80.000.

G, granite ; D. diabase ; M. microgranulite ; 1, schistes précambriens ; 1a, poudingue de Gourin ; 2, grès armoricain ; 3, schistes à *Calymene Tristani* ; 4, grès psammitiques ; 5, schistes et grès à *Trinucleus Pongerardi* ; 6, grès de la base du Gothlandien ; 7, schistes ampéliteux et schistes et quartzites du Silurien supérieur et de la base du Dévonien ; 8, grès à *Orthis Monnieri* ; 9, schistes et calcaires à *Athyris undata*.

conservé des traces de schistosité ; ces fragments sont de plus en plus nombreux à mesure que l'on se rapproche de la périphérie, et on arrive ainsi progressivement à une zone externe où le granite ne forme plus que des filonnets au milieu de fragments de schistes complètement modifiés, mais dont l'origine n'est pas douteuse. De beaux blocs montrant ces différents aspects se trouvent près de l'usine de Buisson.

A partir de cette dernière localité, les excursionnistes quitteront le bateau pour aller, par voiture à Montflours, voir les schistes précambriens devenus au contact du granite, non pas gneissiques comme sur la bordure nord, mais pseudo-mâclifères, en même temps qu'ils se sont durcis et chargés de séricite ; ils ne forment d'ailleurs qu'une auréole peu importante au-delà de laquelle ils reprennent bientôt leur caractère normal ; au milieu d'eux apparaissent des bancs de poudingue à galets de *quartz (poudingue de Gourin)*, le tout étant coupé par des filons de microgranulite. En descendant de Montflours, on aperçoit une crête de grès armoricain barrant l'horizon et ne laissant ouverte qu'une étroite échancrure où coule la Mayenne, qui, après une hésitation indiquée par un coude assez brusque, a fini par s'y frayer un passage. Cette assise constitue la base du Silurien moyen et fournit toujours un excellent point de repère géologique dans tout le massif armoricain. On voit, sur les deux rives, cette bande de grès qui vient s'appuyer directement, — sans doute avec une discordance plus ou moins accentuée, mais que la rareté des affleurements ne permet pas de vérifier — sur les schistes précambriens. L'absence du Cambrien en ce point est le résultat d'une transgression importante très accusée dans le flanc N. du synclinal de Laval, au sud-est de cette ville. Cette transgression a eu pour conséquence d'amener le Silurien moyen à recouvrir graduellement et même à masquer enfin complètement le Silurien inférieur dans toute la partie occidentale du bassin de Laval. Le Cambrien affleure seulement au S.-E., dans la Charnie, et on le retrouve aussi, remarquablement développé, dans un autre synclinal (synclinal des Coëvrons), à l'étude duquel seront consacrés les deux derniers jours d'excursion.

Le grès armoricain, très quartzeux, exploité pour l'empierrement des routes, fournit un excellent macadam ; ses bancs inclinés au sud sont particulièrement fossilifères à la partie supérieure : on y trouve de nombreux *Bilobites* et des *Vexillum*.

Les schistes à *Calymene* qui lui succèdent, sont, dans cette coupe, presque entièrement recouverts par les éboulis de grès, et, par suite, la recherche des fossiles y est difficile ;

c'est pourquoi, quittant cette localité, on suivra ces bandes vers le N.-O., pour trouver une tranchée (sud d'Andouillé) où la récolte est toujours abondante. Les espèces les plus fréquentes sont les suivantes :

Calymene Tristani, Brong., *C. Aragoi*, Rouault, *Dalmanites incertus*, Desl., *Asaphus nobilis*, Bar., *Illænus Sanchezi*, de Verneuil, *Placoparia Tourneminei*, Rouault, *Beyrichia Bussacensis*, Jon., *Primitia simplex*, Jon., *Bellerophon acutus*, Sow., *Pleurotomaria Bussacensis*, Sharpe, *Hyolithes triangularis*, de Vern., *Redonia Duvaliana*, Rouault, *R. Deshayesii*, Rouault, *Orthis* aff., *Budleighensis*, Davids., etc.

Un horizon supérieur à celui-ci contient une faune presque analogue, s'en différenciant principalement par la présence de *Trinucleus Bureaui*, Œhl. Le reste de l'Ordovicien est représenté par des grès psammitiques jaunes, tendres, qui



Fig. 3. — Vallée de la Mayenne, en amont du Pont de Saint-Jean. Au fond, à droite, crête aride de grès armoricain : à gauche, collines boisées de grès à *Orthis Monnieri*.

correspondent au grès de Saint-Germain-sur-Ille et que surmontent des couches plus schisteuses, équivalentes des ardoises de Riadan à *Trinucleus Pongerardi*. Ces différents horizons se retrouvent, très réduits, dans le parc du château d'Orange, où l'on voit, sur un étroit espace, se succéder l'Ordovicien et le Gothlandien (= Silurien supérieur), — lequel comprend des grès, des schistes ampéliteux et des schistes et quartzites, — ainsi que la partie la plus inférieure du Dévonien avec les schistes et quartzites de Plougastel et le grès à *Orthis Monnieri*, fossilifère (*Homalonotus Gahar-*

densis, de Trom. et Lebesc., *Rhynchonella Thebaulti*, Rouault, *Orthis Monnieri*, Rouault, etc.)

Des plis, plusieurs fois répétés, font revenir jusqu'à cinq fois ce dernier grès le long de la Mayenne, laissant voir dans les synclinaux, le calcaire dévonien qui lui est superposé, tandis que le Silurien supérieur apparaît dans les anticlinaux. Ces plis, dont les ondulations se traduisent topographiquement par une série de collines situées sur la rive droite, sont bien visibles de la rive opposée.

TROISIÈME JOURNÉE. — **Samedi 11 août**

Le grès à *Orthis Monnieri* servira de point de départ à cette excursion qui sera consacrée aux séries dévoniennes et carbonifères. A St-Jean-sur-Mayenne et à St-Germain-le-Fouilloux, le calcaire à *Athyris undata* et les grauwackes fossilifères qui l'accompagnent, reposent directement sur le grès à *O. Monnieri*. Le calcaire est exploité pour la fabrication de la chaux, au moyen de carrières qui fournissent de très nombreux fossiles : certains bancs constituant même une véritable lumachelle. Les espèces les plus abondantes sont les suivantes :

Homalonotus Gervillei, de Vern., *Cryphœus Munieri*, Œhl., *Leperditia Britannica*, Rouault, *Liopteria Guerangeri*, Œhl., *Chonetes sarcinulata*, Schlot., *Chonetes tenuicostata*, Œhl., *Spirifer Rousseaui*, Rouault, *Sp. lœvicosta*, Valenc., *Sp. Venus*, d'Orb., *Athyris undata*, Defr., *Rhynchonella cypris*, d'Orb., *Wilsonia subwilsoni*, d'Orb., *Trigeria Guerangeri*, de Vern., etc. A cette assise, où les espèces sont souvent localisées dans des couches distinctes, succède un niveau spécial renfermant la faune d'Erbray. Ce sont des calcaires saccharoïdes avec nombreux débris d'*Encrines*, ou des schistes avec fossiles, ceux-ci souvent de très grande taille :

Spirifer Decheni, Kayser, *Sp. Pellicoi*, de Vern., *Sp. Trigeri*, de Vern., *Rhynchonella Chaignoni*, Œhl., *Plectambonites Bouei*, Barr., *Athyris subconcentrica*, de Vern., *Orthis (Hysterolithes) vulvarius*, Schlot., *Orthothetes acutiplicata*, Œhl., etc.

Cette faune, dont la place a été discutée, se trouve, dans la Mayenne et dans la Sarthe et dans tout le massif armoricain, non seulement supérieure au grès à *Orthis Monnieri*, mais encore occupe un niveau nettement délimité au-dessus du calcaire à *Athyris undata*; c'est, en quelque sorte, le dernier terme du Dévonien inférieur.

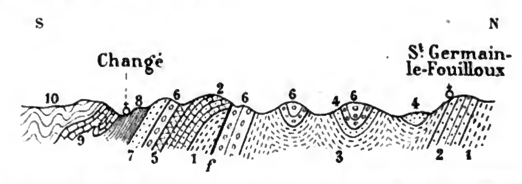


Fig. 4. — Coupe faisant suite à la précédente et montrant la succession des couches du flanc nord du bassin de Laval, jusqu'au centre du géosynclinal. Échelle : 1/80.000e.

1, schistes et quartzites de la base du Dévonien ; 2, grès à *Orthis Monnieri* ; 3, schistes et calcaires du Dévonien inférieur ; 4, schistes et calcaires du Dévonien moyen ; 5, blaviérite ; 6, schistes et poudingues du Culm ; 7, calcaire carbonifère à *Productus giganteus* ; 8, schistes et grauwackes à *Echinides* ; 9, calcaire carbonifère de Laval ; 10, schistes carbonifères de Laval.

Au-dessus de celle-ci, toujours au sud de St-Germain-le-Fouilloux, se trouve la base du Dévonien moyen, avec une faune analogue à celle de la grauwacke d'Hierges : *Phacops Potieri*, Bayle, *Wilsonia Orbignyana*, de Vern., *Nucleospira lens*, Schnur, *Bifida lœpida*, Gold., *Retzia Adrieni*, de Vern., *Merista plebeia* Sowerby, *Calceola sandalina* Lamarck.

Ces différents niveaux, à couches très relevées, sont régulièrement disposés et forment des plis, au centre desquels se trouvent pincés des lambeaux de Carbonifère amenés par transgression et qui ont été ensuite détachés du bassin central par suite du double effet des mouvements du sol et de l'érosion. Ces assises carbonifères se composent de schistes, de grès et de poudingues, renfermant parfois des galets de calcaire dévonien fossilifère. Ce niveau, visible près du moulin de Belle-Poule, est compris entre les schistes dévoniens au nord et les grès à *O. Monnieri* au sud : une faille le sépare de cette dernière assise qui réapparaît là par écaille, ramenant ainsi, dans le flanc N. du synclinal de Laval, le

dernier témoin dévonien. Les schistes et calcaires dévoniens qui devraient lui être subordonnés normalement, ont disparu évidemment par dénudation, et on trouve à leur place une roche, d'âge carbonifère, à structure bréchoïde et à stratification souvent confuse qui a été désignée sous le nom de Blaviérite. Diverses opinions ont été émises relativement à l'origine de cette roche qui a une certaine importance dans le massif armoricain ; elle a été considérée tour à tour, soit comme un tuf éruptif, soit comme une arkose de microgranulite, soit comme un porphyre transformé par dynamométamorphisme ; enfin, comme une roche sédimentaire dans laquelle des cristaux de quartz bipyramidés, souvent très nombreux, se sont développés, puis ont été corrodés et parfois même ont disparu complètement, ayant été remplacés par un minéral assimilable à la paragonite. Cette roche se comporte dans le bassin de Laval comme une roche sédimentaire ; elle est toujours inférieure au poudingue qui lui a souvent emprunté ses éléments, ainsi qu'aux grès et schistes avec anthracite ; elle paraît occuper la base du Carbonifère.

Cet étage des schistes, grès avec anthracite et poudingues, qui succède immédiatement à la Blaviérite, est peu développé dans le flanc N. du synclinal de Laval, contrairement à ce qui se passe dans le flanc opposé, où il est très puissant, et où le charbon y forme une couche importante qui est exploitée.

Au-dessus de ces couches à faciès culm, viennent des calcaires marins en beaux bancs noirs (calcaire à *Productus giganteus*), exclusivement cantonnés dans le flanc N. De nombreuses exploitations, échelonnées le long du parcours de cette bande calcaire, montrent sa continuité sur une longueur de plus de 50 kilomètres. Les fossiles y sont parfois abondants, principalement les espèces suivantes : *Phillipsia Derbyensis*, Martin, *Griffithides globiceps*, Phil., *Euomphalus pentangulatus*, Sby., *Straparolus planorbis*, d'Arch., *Schizostoma catillus*, Sby., *Conocardium hibernicum*, Sby., *Productus giganteus*, Mart., *Pr. pustulosus*, Phil., *Pr. semireticulatus*, Mart., *Orthis (Rhipidomella) Michelini*, Leveillé, *O. (Schizophoria) resupinata*, Mart., *Rhynchonella pugnus*, Mart., *Athyris lamellosa*, Leveil., *Martinia glaber*, Mart.,

M. lineatus, Mart., *Spirifer bisulcatus*, Sby., *Sp. striatus*, Mart., *Terebratula sacculus*, Mart., etc.

Un second étage calcaire (calcaire de Laval) succède au premier ; bien qu'il n'ait pas fourni, jusqu'à présent, de fossiles suffisamment nombreux et bien déterminables, il se distingue aisément par son faciès plus ou moins schistoïde, souvent amygdaloïde, avec, parfois, des bancs roses ou verdâtres. Sa place stratigraphique ne laisse aucun doute, puisqu'il est toujours superposé au niveau à *Productus giganteus* ; ajoutons que ces deux assises n'ont pas la même distribution géographique et que, si elles existent concurremment dans un même pli, elles ne sont qu'exceptionnellement en contact, étant ordinairement séparées par des schistes et des grauwackes à Echinides.

Cette série est très nette à Changé, dans les collines qui occupent la rive droite de la Mayenne. Lorsque la schistosité est bien développée dans le calcaire de Laval, elle offre cette particularité d'être toujours sensiblement verticale, quelle que soit l'inclinaison des strates, d'ailleurs très variable, étant donnés les plis nombreux qui affectent ces couches. Le plan de schistosité varie toutefois suivant la nature minéralogique des bancs et ce phénomène devient particulièrement frap-



Fig. 5 — Vallée de la Mayenne en amont du pont de Changé. — A, calcaire carbonifère à *Productus giganteus* ; B, grès à *Orthis Monnieri* ; C, poudingues et schistes du Culm.

pant lorsque ceux-ci étant calcaires alternent avec des bancs schisteux.

Enfin, la série carbonifère se termine par des schistes argileux (schistes de Laval), contenant de rares tiges d'encrines et quelques fossiles déformés par compression. Cet étage, qui occupe le centre du bassin de Laval, s'étend sur une très grande surface, mais sa puissance véritable se trouve considérablement augmentée par suite de l'existence de plis dont il est difficile de préciser le nombre et la place, vu le laminage subi par ces roches ; toutefois, certains d'entre eux, encore apparents, expliquent par le plongement de leur axe vers l'est, la disparition en profondeur, dans cette direction, de certains anticlinaux calcaires sous-jacents et la plus grande surface occupée par les schistes qui leur sont supérieurs.

En terminant la journée, on visitera, sur la rive gauche de la Mayenne, de puissants dépôts d'alluvions anciennes exploitées dans plusieurs carrières et qui fournissent, soit en galets, soit en gros blocs, une série complète de toutes les roches situées en amont, sauf les calcaires qui n'ont pas résisté à la décalcification de ces dépôts.



Fig. 6. — Route de Laval à Changé, au lieu dit : le Saut-Gautier ; à droite, calcaire carbonifère de Laval ; à gauche, schistes et quartzophyllades carbonifères de Laval.

En se rapprochant encore plus de Laval, à l'est de cette ville, on verra que les plateaux de schistes carbonifères sont recouverts, par places, par des graviers pliocènes à galets de quartz, qui n'ont jusqu'ici fourni aucun fossile, mais dont l'âge paraît établi par la position qu'ils occupent en Bretagne au-dessus des marnes à *Nassa mutabilis*. Dans la ville même de Laval, on les voit raviner un épais dépôt de sables, avec lits d'argile intercalés, rapportés à l'Eocène et qui semblent être un faciès meuble du grès à *Sabalites andegavensis*, Sch., si développé entre Alençon et le Mans.

Quatrième journée. — Dimanche 12 août

L'étude des assises constituant le flanc sud du bassin de Laval montre une dissemblance profonde entre elles et celles du nord ; les équivalences peuvent quand même y être établies, mais les faciès ont changé et les épaisseurs des étages sont souvent inverses, de telle sorte que l'assimilation, comme âge, de couches si différentes par leur caractère, serait impossible sans l'existence de quelques points de repère paléontologiques ou pétrographiques ne laissant aucune incertitude. Au sud de Laval, il n'existe ni granite, ni Cambrien ; le flanc sud du bassin, qui débute par l'Ordovicien, s'appuie donc directement sur les schistes du Précambrien ; ceux-ci forment une large bande anticlinale (Plateau de Rennes) séparant le synclinal de Laval des synclinaux qui se développent plus au sud dans la vallée de la Loire.

Le grès armoricain, au lieu d'être puissant et en saillie comme au nord, est réduit à quelques mètres d'épaisseur et souvent même passe inaperçu sous les cultures. La présence de *Lingula Lesueuri*, Rouault, rend toutefois indéniable l'âge de ce niveau ; en revanche, les grès occupant la partie moyenne de l'Ordovicien (= grès de Saint-Germain-sur-Ille) et qui ne sont représentés au nord que par des grès jaunes, tendres, micacés, atteignent ici une grande puissance et jouent dans cette région, par leur relief, le rôle topographique du grès armoricain dans les autres parties du bassin. Les grès du Silurien supérieur ne sont bien développés qu'exceptionnellement, tandis que les schistes ampéliteux, ainsi que les schistes et quartzites qui les surmontent, n'ont qu'une faible importance et sont accompagnés par des diabases qui y sont interstratifiées.

Le Dévonien, avec son grès à *Orthis Monnieri*, ses schistes et son calcaire, n'affleure que rarement au sud, et encore la dernière de ces assises n'a-t-elle été constatée qu'au fond de quelques puits de mine, ouverts dans les couches du Culm pour l'extraction de l'anthracite. Le faciès Culm avec charbon est très puissant dans cette région au détriment des dépôts marins ; le calcaire à *Productus giganteus* n'y est pas représenté.

Les schistes du Culm ont subi, par places, un métamorphisme intense ; ils passent graduellement à des porphyres pétrosiliceux à structure fluidale, par l'intermédiaire de roches ayant encore conservé des traces d'une stratification primitive et dont le faciès a été profondément modifié par la silicification. Ces couches sont parfois traversées par des dykes d'ortho-albitophyre.

Les rives de la Mayenne, au sud de la ville de Laval, ne pouvant montrer dans un parcours restreint tous ces différents étages, l'excursion a été combinée de façon à pouvoir visiter successivement ceux de ces gisements qui sont le mieux caractérisés.

Fig. 7. — Coupe dirigée N. S. montrant la succession des couches dans le flanc Sud du bassin de Laval. Echelle : 1/80.000ᵉ.

1, schistes et quartzites du Silurien supérieur et de la base du Dévonien ; 2, grès et poudingues du Culm ; 3, schistes carbonifères avec traces de plantes ; O, dyke d'ortho-albitophyre ; 4, schistes silicifiés et porphyre pétrosiliceux ; 5, sables, grès et argiles éocènes ; 6, graviers pliocènes.

La route de Laval à Entrammes quitte, au sortir de la ville, les schistes carbonifères du centre du bassin pour traverser un plateau où les dépôts éocènes et pliocènes recouvrent complètement le calcaire de Laval et les schistes et poudingues du Culm. A la base de l'Eocène, se trouvent des argiles blanches exploitées pour la fabrication de briques et de vases et provenant de la décomposition sur place des schistes du Culm sous-jacent. Au-dessus, viennent des sables fins avec de petits graviers de quartz blanc, analogues à ceux qui auront été vus la veille dans la partie E. de la ville de Laval et qui, comme ceux-ci, sont recouverts sur les hauteurs par des graviers grossiers pliocènes, empâtés dans un limon rougeâtre. Toutefois, la série est ici complète et l'on voit dans une ancienne carrière de sable, actuellement abandonnée, un nouveau terme qui vient s'y ajouter : ce sont des argiles et

des marnes, avec calcaire concrétionné, renfermant, avec des graines de *Chara*, de très nombreux fossiles appartenant aux genres *Hydrobia*. *Bithinia*, *Limnea*, *Planorbis*. Ce dépôt paraît être sensiblement du même âge que celui de Landéan, en Bretagne, qui est placé à la partie supérieure de l'Eocène.

En descendant vers Entrammes, une longue tranchée laisse voir les schistes et grès du Culm, plissés, et offrant comme toujours une grande variété de faciès; avant de traverser la Jouanne, les schistes deviennent silicifiés et passent à des porphyres pétrosiliceux avec grands cristaux d'albite, d'orthose, de microperthite, et parfois, mais rarement, de quartz bipyramidé. Ces roches, qui ont été étudiées par M. Michel Lévy, sont très dynamométamorphiques, ainsi que l'indiquent leurs grands cristaux de feldspath brisés et parfois courbés par des pressions intenses. M. Michel-Lévy les compare aux kératophyres et aux lennenporphyres interstratifiés, de MM. Gümbel et O. Mügge. Sur la rive opposée de la Jouanne, dans la carrière du Bégon, les schistes du Culm avec traces de plantes, sont coupés par un dyke d'ortho-albitophyre à structure porphyroïde très prononcée et dont les minéraux sont absolument intacts.

En se dirigeant vers l'ouest, on traverse la Mayenne près de la Trappe, où la rivière est encaissée entre des rochers pittoresques de porphyres pétrosiliceux et de schistes métamorphiques ; puis, en descendant vers le sud, le long de la rive droite, on quitte le terrain carbonifère qui, par transgression, cache complètement le terrain Dévonien, pour passer directement sur les schistes et quartzites du Silurien supérieur ; au milieu de ceux-ci apparaissent de nombreux affleurements de diabase, parfois à structure ophitique, formant soit des filons, soit des pointements, soit des intercalations entre les couches. Celles-ci sont très plissées et sont coupées par de petites failles verticales, qui ont produit des dénivellations affectant à la fois les schistes et quartzites et les diabases qui les accompagnent. On retrouve ces mêmes roches sur la route allant à Nuillé, où se montre un pointement de diabase qu'enveloppent des schistes à peine modifiés. Plus loin, au moulin de la Roche, ce sont les grès de la base du Silurien supérieur, très plissés, bien caractérisés, et accompagnés de schistes ampéliteux.

Enfin, avant d'arriver à Nuillé, on traverse les bandes de grès et de quartzophyllades de l'Ordovicien supérieur, qu'accompagne une traînée de microgranulite dont la direction concorde avec celle des strates. La succession des assises ordoviciennes est bien visible dans la tranchée du chemin de fer, au N. de la gare de Montigné. On y voit, immédiatement au-dessus des schistes précambriens (tout le Cambrien manque ainsi que nous l'avons dit), le grès armoricain qui, à l'état gréseux, n'est représenté que par quelques bancs avec *Lingula Lesueuri*; puis viennent les schistes *à*

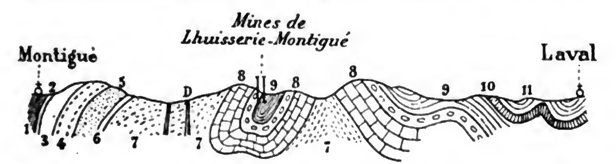


Fig. 8. — Coupe dirigée N. S., montrant la succession des couches siluriennes, dévoniennes et carbonifères dans le flanc Sud du bassin de Laval. Échelle : 1/80.000e.

1. Schistes précambriens ; 2. Grès armoricain ; 3. Schistes à *Calymene Tristani* ; 4 Grès de Saint-Germain-sur-Ille ; 5. Schistes à *Trinucleus Pongerardi* ; 6 Grès de la base du Gothlandien ; 7. Schistes ampéliteux à *Cardolia interrupta* et schistes et quartzites de la base du Dévonien, avec diabases D ; 8. Grès à *Orthis Monnieri* ; 9. Poudingue, grès et schistes du Culm avec anthracite ; 10. Calcaire carbonifère de Laval ; 11. Schistes carbonifères de Laval.

Calymene, subardoisiers, très noirs et rarement fossilifères ; enfin, une puissante assise du grès ordovicien moyen (grès de Saint-Germain-sur-Ille), que surmontent des grès en plaquettes, dans lesquels on trouve quelques *Orthis Berthoisi*, var. *erratica*, Davidson ; au-delà, on rencontre des schistes psammitiques représentant l'Ordovicien supérieur, puis les dépôts gothlandiens avec pointements de diabases. Dans la tranchée de Montigné, l'ordre naturel des couches est inverse par suite du renversement de celles-ci. Ce même phénomène se propage plus au nord et se retrouve à la mine d'anthracite, où l'on voit le grès dévonien à *O. Monnieri* pendre au sud et donner ainsi l'illusion qu'il occupe le toit de la couche exploitée, tandis qu'en profondeur les couches redeviennent bientôt verticales, pour reprendre ensuite leur inclinaison normale du côté nord.

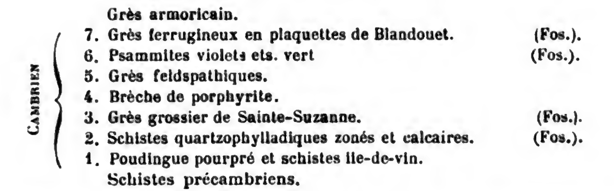
La route qui revient de Lhuisserie à Laval permet de constater le développement important que prennent les dépôts du Culm et montre leurs nombreux plissements, ainsi que la variété de leur faciès.

Cinquième journée. — Lundi 13 août

Dans le bassin de Laval, le Cambrien ne se montre qu'exceptionnellement, ayant été recouvert dès le début de la période ordovicienne par la grande transgression du grès armoricain ; dans le flanc sud de ce bassin, il n'apparaît pas, et dans le flanc opposé il n'est visible qu'en se rapprochant de la bande jurassique. Les assises qui le constituent n'apparaissent d'ailleurs, avec leur complet développement, que vers l'extrême limite du massif armoricain où elles constituent une région naturelle de landes et de bois connue sous le nom de Charnie. Dans cette région, les moyens de transport étant plus difficiles, et en même temps les affleurements moins nombreux, les excursionnistes quitteront le bassin de Laval pour aller retrouver ce même terrain cambrien dans un autre synclinal, celui des Coëvrons.

Le synclinal des Coëvrons, au lieu d'être dirigé comme celui de Laval O.N.O.-E.S.E., remonte au contraire vers le N.E. et loin de traverser de part en part toute la Bretagne comme ce dernier, il y pénètre seulement sur une longueur de 30 kilomètres ; il est très régulier et les assises siluriennes, depuis la base du Cambrien jusqu'au sommet du Silurien supérieur, s'y emboîtent successivement comme des tuiles faîtières renversées, et comme les flancs du synclinal vont en s'écartant vers le N.E. et que son axe plonge dans cette même direction, il en résulte que l'on traverse, en le parcourant dans toute sa longueur, une série silurienne complète, particulièrement bien développée en ce qui concerne les assises cambriennes dont quelques-unes sont fossilifères.

On y a reconnu la série suivante :



Grès armoricain.

CAMBRIEN

7. Grès ferrugineux en plaquettes de Blandouet. (Fos.).
6. Psammites violets ets. vert (Fos.).
5. Grès feldspathiques.
4. Brèche de porphyrite.
3. Grès grossier de Sainte-Suzanne. (Fos.).
2. Schistes quartzophylladiques zonés et calcaires. (Fos.).
1. Poudingue pourpré et schistes lie-de-vin.

Schistes précambriens.

Pour gagner le synclinal des Coëvrons, les congressistes reprendront, en quittant Laval, la ligne de Brest à Paris et traverseront ainsi de nouveau, de haut en bas, mais cette fois très obliquement, les différentes assises du flanc nord du bassin de Laval.

La voie ferrée, lorsqu'on quitte la gare de Laval (schistes carbonifères), rencontre successivement plusieurs bandes de calcaire (calcaire de Laval) apparaissant par plis anticlinaux au milieu de schistes du même âge ; puis elle coupe le calcaire à *Productus giganteus*, très développé près de la gare de Louverné où l'on voit d'importants fours à chaux. Après cette dernière station, une faille vient brusquement mettre en contact cette dernière assise carbonifère avec le Dévonien inférieur, supprimant ainsi les poudingues, schistes et grès du Culm. Entre la gare de Louverné et celle de la Chapelle-Anthenaise, on se trouve uniquement en présence du terrain dévonien dont une série de plis ramène au jour, tantôt les schistes et calcaires à *Chonetes sarcinulata* (synclinaux), tantôt les grès à *Orthis Monnieri* (anticlinaux); bientôt cette dernière assise disparait en continuant sa direction vers le S.-O., et l'on aperçoit en tranchées, les schistes et quartzites de Plougastel, particulièrement bien développés près de la gare de La Chapelle-Anthenaise. Au-delà, les tranchées deviennent plus nombreuses et plus hautes et l'on pénètre dans les dépôts du Silurien ; on y rencontre d'abord le niveau à *Bolbozoe anomala* Barrande (e^2) ; puis viennent des schistes à sphéroïdes (e^1), et ensuite le grès gothlandien qui, peu développé en cet endroit, passe presque inaperçu. Enfin, on arrive à la série ordovicienne, à la base de laquelle on voit le grès armoricain exploité dans de grandes carrières de ballast. Pendant ce trajet, on aperçoit de temps à autre vers le sud, la bande de grès à *Orthis Monnieri* qui s'écarte de

plus en plus et se profile au loin en une crête, seulement interrompue par la rivière de la Jouanne.

Avant d'arriver à Montsurs, on pénètre dans le Cambrien représenté par des calcaires magnésiens et des schistes, que perce, près de cette dernière localité, un dike de microgranulite à quartz globulaire, indiqué par un petit monticule au milieu de la vallée, au nord de la voie ferrée. Après Montsurs, celle-ci rase un massif granitique et court jusqu'à Evron dans une dépression de schistes et de calcaires cambriens, qu'accompagne, au nord, un massif granitique, avec pointement de micropegmatite.

Tandis qu'au sud on quitte la ligne de grès cambrien qui disparaît à l'horizon et se perd au milieu des bois, au nord, on côtoie une cuvette éocène dont les eaux baignaient le pied des collines de granite, auxquelles elles ont arraché les éléments du grès lustré caractéristique de ce niveau, et dont les témoins se trouvent encore répartis sur une très grande surface.

Sitôt après Evron, — où les bandes de calcaire dolomitique cambrien se continuent et sont exploitées, — on quitte le bassin de Laval pour passer dans le synclinal des Coëvrons.

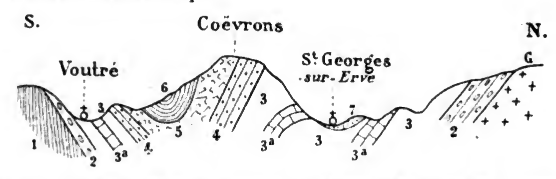
Le synclinal des Coëvrons dessine une petite chaîne, le long de laquelle court la voie avant de déboucher dans la plaine jurassique de Conlie ; cette chaîne, l'un des derniers reliefs du massif armoricain à sa limite orientale, est constituée par les assises du Cambrien, auxquelles se superposent, en s'avançant vers le nord-est, celles de l'Ordovicien et du Gothlandien. La résistance de cet ensemble de couches a permis à ce synclinal de rester en saillie sous la forme d'une crête, accompagnée de chaque côté par une vallée, sans doute déjà esquissée avant l'ère tertiaire, et qui est profondément creusée, surtout au nord, dans les schistes et les calcaires du Cambrien inférieur. Le tout est entouré par une ceinture de collines de poudingue pourpré, dont la saillie se trouve encore parfois consolidée par suite de la nature des roches (granite, schistes précambriens) sur lesquelles elles s'appuient.

C'est ce premier terme du Cambrien que verront les excursionnistes en descendant à Voutré, non loin de la gare ; ils iront toucher l'extrémité du contour périsynclinal

du pli, au Roc d'Enfer, où ce niveau se trouve tout particulièrement bien caractérisé par des poudingues et des schistes violacés typiques, et d'où l'on voit nettement s'accuser le modelé de la chaîne dont la croupe terminale est si vivement mise en relief par la vallée de l'Erve qui la contourne.

Le poudingue pourpré revêt des aspects très divers, suivant la nature des matériaux qu'il a empruntés : c'est ainsi qu'à la Médière, il revêt le faciès d'un grès qui, tout d'abord, a été pris pour du grès armoricain ; dans cette localité, il se relie d'ailleurs insensiblement à la masse de granite préexistante, à l'aide d'une arkose qui a emprunté ses éléments à cette dernière roche.

Dans la vallée de l'Erve, au N. de la chaîne des Coëvrons, les calcaires et les schistes zonés qui les accompagnent, sont généralement peu relevés et s'infléchissent en une série d'ondulations qui, en s'exagérant, se transforment en une série de dômes, souvent incomplets par suite de l'ablation d'un de leurs flancs par érosion. Cette allure des couches, qui se traduit à la surface du sol sous la forme de monticules arrondis, est souvent masquée par les épais dépôts d'alluvions qui remplissent la vallée ; toutefois, à la carrière du Rey, où le calcaire est exploité à flanc de coteau, la courbure des bancs est bien caractéristique.



F. 9. — Coupe dirigée N.-S. coupant normalement la chaîne des Coëvrons, vers son extrémité occidentale. Échelle : 1/80.000.

G, Granite ; 1, Schistes précambriens ; 2, Poudingue pourpré et schistes lie-de-vin, base du Cambrien ; 3, Schistes et quartzophyllades avec couches calcaires (3a) ; 4, Grès de Sainte-Suzanne ; 5, poudingues et brèches de porphyrite ; 6, Grès feldspathiques, psammites et schistes violets et verts à *Thomasina Criei*.

Les schistes et les quartzophyllades zonés qui accompagnent le calcaire ont fourni, sur le prolongement de cette bande, quelques rares fossiles appartenant, sans doute, au genre *Lingulella*. Cette découverte, faite dans une seule

localité, n'a pu être renouvelée jusqu'ici sur d'autres points ; mais elle nous apporte, en tous cas, la preuve de l'existence de fossiles géorgiens dans le massif armoricain.

Si l'on monte au sommet de la crête, on y trouve une épaisse assise d'un grès grossier (*grès inférieur = grès de Ste-Suzanne*) que nous considérons comme la base de l'Acadien ; certains bancs, remplis de petits galets de quartz, lui donnent parfois un aspect avellanaire. Les fossiles qui ont été trouvés jusqu'ici dans cette assise, appartiennent à la famille des Dinobolidæ ; on y rencontre également des *Tigillites*.

Au sommet de ces grès apparaissent des bancs d'argilite rubannée, auxquels succèdent bientôt des brèches et des conglomérats ; les éléments de ces roches, exceptionnellement empruntés à des dépôts sédimentaires (quartzites, schistes calcaires), ont presque toujours été arrachés à des roches éruptives ; ce sont : soit des galets arrondis, soit des fragments anguleux associés à de menus débris. La grande carrière, dite de la Kabylie, montre un superbe développement, bien typique, de ces brèches à ciment pétrociliceux où, dans une pâte souvent calcédonieuse, se trouvent des fragments diversement colorés d'orthophyre, de porphyrite, etc., provenant de la destruction des coulées contemporaines. L'existence de ces coulées ne saurait être considérée comme une hypothèse, car si les roches elles-mêmes ont complètement disparu dans les Coëvrons, on les voit affleurer sur la prolongation de la même bande, alternant avec les mêmes brèches et les mêmes poudingues et leur étant si intimement liées, qu'il est difficile parfois de les en séparer sur le terrain (Assé-le-Boisne, Saint-Ouen-de-Mimbré).

Le remaniement de couches et de nappes contemporaines, est encore confirmé par la structure de certains galets dont quelques-uns proviennent des argilites sous-jacentes, tandis que d'autres ne sont qu'une sorte de brèche à éléments très disparates, semblables eux-mêmes à la roche qui les renferme.

Le niveau des grès feldspathiques n'est ici représenté que par quelques bancs auxquels sont associés des tufs porphyriques. Au-dessus de ceux-ci, en redescendant vers la vallée, on rencontre des schistes et des quartzophyllades micacés,

alternativement violets et verts, inclinés d'abord au sud, puis présentant bientôt un pendage inverse. On traverse ainsi le centre du synclinal, qui, loin d'être complet en cet endroit, ne renferme même pas encore les couches les plus supérieures du Cambrien, qui se montreront vers le nord-est, associées à l'Ordovicien et au Gothlandien, par suite du plongement de l'axe du synclinal dans cette direction.

Les schistes micacés indiquent par leur faciès comme par leur faune, un dépôt littoral ou tout au moins un bassin peu profond ; ils contiennent outre les *Tigillites* caractéristiques, des Brachiopodes assez nombreux (*Thomasina Criei* Davidson) ; la visite du gisement le plus fossilifère de ce niveau fera partie de l'excursion du lendemain.

Les deux flancs du synclinal des Coëvrons étant dissymétriques au point de vue de l'épaisseur des assises qui le constituent, et le flanc sud ne présentant pas un développement aussi important de grès et de brèches que le flanc nord, il en est résulté une inégalité dans le démantèlement des deux versants de la chaîne, entraînant comme conséquence une différence dans le degré de pente de chacun d'eux : le versant septentrional étant plus abrupte que le versant méridional. Dans le flanc nord du synclinal, l'importance des assises du Cambrien moyen est mise en évidence par leurs épaisseurs et le rôle qu'elles jouent dans la topographie en constituant l'arête de la chaîne, tandis que dans le flanc sud, où elles sont amoindries, elles disparaissent dans la vallée, recouvertes par des éboulis. Leur présence n'échappe toutefois pas à un examen attentif de la région et on peut les suivre pas à pas jusqu'à Sillé, localité où s'arrêteront le soir les excursionnistes.

Sixième journée. — **Mardi 14 août**

Au sud de Sillé, le poudingue pourpré d'Oigny, surmonté par deux bandes de calcaire, marque la place du Cambrien inférieur, tandis que dans la ville même, les couches gréseuses du Château et celles qui sont exploitées non loin de là, indiquent la base de l'Acadien. Les brèches pétrosiliceuses et les grès feldspathiques qui leur succèdent sont mal repré-

sentés, sauf au nord-ouest et au nord-est; en revanche les quartzophyllades supérieurs, gris verdâtres et violets, sont développés sur une grande largeur; l'importance de ceux-ci se trouve du reste encore exagérée par suite du relèvement de leurs couches, ainsi que par la présence de dykes épais d'un superbe porphyre truité, quartzifère, qui les a traversés. Ce porphyre, autrefois exploité près de Sillé, a une pâte compacte bleu foncé, au milieu de laquelle se détachent des cristaux de quartz hyalin et de gros cristaux de feldspath parfois chloritisés. La pâte contient des microlithes d'orthose et d'oligoclase, puis, autour des quartz anciens, de beaux sphérolithes avec phénomène de micropegmatite. Cette roche renferme parfois des fragments arrondis d'une porphyrite andésitique.

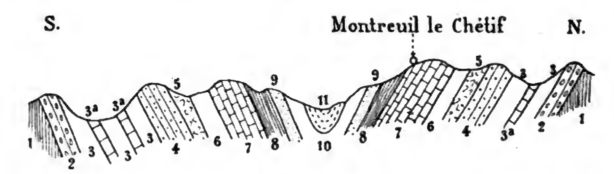


Fig. 10. — Coupe parallèle à la coupe précédente, mais traversant les Coëvrons à leur extrémité orientale. Échelle 1/80 000.

1, Schistes précambriens; 2, Poudingue pourpré et Schistes lie-de-vin, base du Cambrien; 3, Schistes avec couches calcaires (3_A); 4. Grès de Sainte-Suzanne; 5, Poudingues et brèches de porphyrite, etc.; 6, Schistes violets et gris du Cambrien supérieur; 7, Grès armoricain; 8, Schistes à *Calymene Tristani*; 9, Grès ordovicien moyen; 10, Schistes de l'Ordovicien supérieur; 11, Grès et schistes ampéliteux du Gothlandien.

Dans les couches de quartzophyllades violets et verts, on retrouve les mêmes Tigillites que ceux vus la veille au nord-est de Voutré; de plus, certains bancs présentent une abondance de Lingulidæ dont les individus se répartissent entre deux espèces : *Thomasina Criei* Davidson, plus une autre espèce de forme triangulaire qui a été assimilée à tort à L. (*Glossina*) *crumena*. Ces couches, dont on peut observer le plissement synclinal, occupent le sommet de la crête; les assises qui leur sont subordonnées, disparues là par érosion, se retrouvent un peu plus loin à l'est (Pain perdu). Ce sont des grès en plaquettes, assez ferrugineux pour avoir été exploités comme minerai de fer, et qui contiennent parfois

de très nombreux et très petits Lingulidæ (*Lingulella aff. Nicholsoni* Callaway). Ce terme est le dernier de la série cambrienne, après quoi apparaît le grès armoricain avec les autres assises ordovicennes, et enfin le Silurien supérieur dont les schistes ampéliteux, non seulement occupent le centre du synclinal, mais y forment encore une cuvette par suite de l'altération facile qu'ils subissent à l'air et qui les transforme en une argile utilisée dans les tuileries.

Au sortir de la forêt de Sillé (Montreuil-le-Chétif), les terrains secondaires commencent à apparaître ; ce sont d'abord, disséminés çà et là, de petits dépôts de graviers ayant échappé à l'érosion et restés comme témoins de la grande transgression de la mer cénomanienne ; puis des lambeaux de calcaire marneux bajociens (oolithe inférieure, niveau à *Parkinsonia Parkinsoni* Sowerby), couronnant les plateaux ; enfin, vers le sud, des collines arides barrent une partie de l'horizon et sont constituées par des argiles et des sables glauconieux à minerai de fer (Cénomanien des Bercons), avec soubassement d'argiles calloviennes (niveau à *Macrocephalites macrocephalus* Schlotheim).

Toutefois, l'érosion dont les effets se sont si énergiquement fait sentir dans cette région, — découpant les couches horizontales en lambeaux isolés et creusant les terrains paléozoïques verticaux sous-jacents, — permet de voir encore le calcaire cambrien au milieu duquel la Sarthe a fini par se creuser un lit, dans une vallée sinueuse et pittoresque ; ce calcaire, arasé à son sommet et percé de trous de Pholades, est recouvert en stratification discordante par le calcaire bajocien visible près de la gare de Fresnay.

Au-delà de cette ville, vers l'est, les terrains jurassiques prennent de plus en plus d'importance, recouvrant toute la région et présentant une uniformité qui n'est interrompue que par des lambeaux de sables cénomaniens ou d'alluvions anciennes de la Sarthe. Cependant, certaines vallées et certains sommets dénudés, laissent apercevoir pour la dernière fois les roches paléozoïques ; c'est ainsi qu'à Saint-Ouen-de-Mimbré, point terminal de l'excursion, on voit affleurer, associée à des brèches du Cambrien moyen, une coulée de porphyre pétrosiliceux.

Les régions parcourues auront permis aux congressistes d'étudier deux des synclinaux les plus intéressants du massif armoricain. De cette étude de détail se dégagent quelques conclusions sur la répartition et les régressions des terrains observés. Tandis que le Cambrien indique déjà par sa répartition la place que doivent occuper plus tard les terrains qui vont lui succéder, les dépôts du grès armoricain, loin d'être toujours compris dans les mêmes limites, arrivent souvent avec une transgression très importante, et présentent des contours tout différents.

Contrairement à ce qui se passe dans d'autres régions, il y a eu, à partir de cette époque, jusqu'au Dévonien supérieur, une continuité dans les dépôts qui se concentrent de plus en plus à l'intérieur du synclinal ; des mouvements, déjà esquissés pendant le Dévonien, se sont accentués à la fin de cette période amenant la formation de synclinaux secondaires, de telle sorte que le Carbonifère, à son début, aura à démanteler des rides dont les matériaux serviront à constituer les poudingues et les grès grossiers caractéristiques de sa base ; en même temps des oscillations lui permettront de ne pas être toujours limité au centre du géosynclinal et d'aller parfois toucher les limites de celui-ci, c'est-à-dire les schistes précambriens. Après des dépôts alternativement lagunaires et marins, un autre mouvement se produit et ne fait qu'accentuer les rides préexistantes, redressant les couches souvent jusqu'à la verticale et permettant aux dépôts du Houiller inférieur (Saint-Pierre-la-Cour) de se déposer en discordance sur celles-ci. — Le mode de dissymétrie des plis, ainsi que leur allure, montre que les poussées sont venues du sud, faisant butter les bandes contre les massifs de roches éruptives situés au nord et déterminant, à diverses époques, la production de cassures dirigées N. S. et indiquées, soit par des décrochements horizontaux, soit par des filons de roches éruptives dont le faciès varie suivant les régions et les terrains traversés.

ITINÉRAIRE

Jeudi	9 août.	—	Rendez-vous à *Laval*, Hôtel de Paris, le soir.
Vendredi	10	»	— Mayenne, Sacé, Andouillé, *Laval*.
Samedi	11	»	— Saint-Jean-sur-Mayenne, Saint-Germain-le-Fouilloux, Changé, *Laval*.
Dimanche	12	»	— Entrammes, Nuillé, Montigné, *Laval*.
Lundi	13	»	— Montsurs, Evron, Voutré, Coëvrons, *Sillé*.
Mardi	14	»	— Sillé, Montreuil-le-Chétif, Fresnay, *Paris*.

VII

BRETAGNE

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. Charles BARROIS

Notice de M. Charles BARROIS

PROGRAMME

Succession des formations paléozoïques fossilifères, leur métamorphisme. Roches d'épanchement siluriennes : diabases. Laccolites et roches filoniennes carbonifères : aplites et kerzantons. Roches de profondeur : granites et gneiss carbonifères, diorites et gneiss amphiboliques précambriens.



BRETAGNE

NOTICE DE

M. Charles BARROIS

NEURDEIN, PHOT.

Les congressistes qui suivront cette excursion, vivront en un pays pauvre, tout à l'ouest de l'Europe, loin des centres où le confort est répandu.

Ce qu'est la Bretagne, elle le doit à cette position reculée. Et c'est à la situation de l'Armorique, qu'il faut attribuer son climat doux et tiède, son sol couvert d'une végétation verdoyante, la configuration de ses rivages découpés par les ruissellements, l'intensité des altérations superficielles de ses roches, le nivellement de ses sommets. A sa situation, elle est encore redevable de la race de ses habitants, descendants de ces Celtes venus jadis de l'Orient, et refoulés du cœur de l'Europe par des invasions successives, jusqu'aux dernières limites océaniques du vieux monde. Nulle race en France n'a mieux conservé son individualité, et les Bretons se distinguent toujours des autres populations françaises par leurs traits ethniques, leur caractère, par divers usages locaux et jusque par leur costume.

La surface de la Bretagne n'est ni montagneuse, ni plate ; elle ondule à des altitudes de 100 à 300^{m}, et il ne s'y profile aucune cime. Tout le pays que l'œil du voyageur embrasse est

formé de coteaux uniformes, qui se succèdent à l'infini : de toutes parts l'horizon est limité par des lignes droites, résultant de l'abrasion de strates plissées et redressées.

Considérée en grand, la structure géologique de la Bretagne est simple. Elle est due à deux puissants plis anticlinaux dirigés respectivement vers le N.-E. et le S.-E. : l'*axe anticlinal du Léon* relève les strates, au N. du pays, de Brest à l'île de Guernesey ; l'*axe anticlinal de Cornouailles* les relève au S. de la contrée, de l'Ile de Sein à Nantes.

Ces deux voûtes anticlinales montrent les roches les plus anciennes du pays, les *vieux gneiss fondamentaux*. Leur relèvement a donné à la Bretagne sa remarquable forme en coin, dû à la convergence de ces deux lignes, à l'ouest, vers un même point (fig. 2); et le dessin de l'ensemble remonte à l'époque carbonifère.

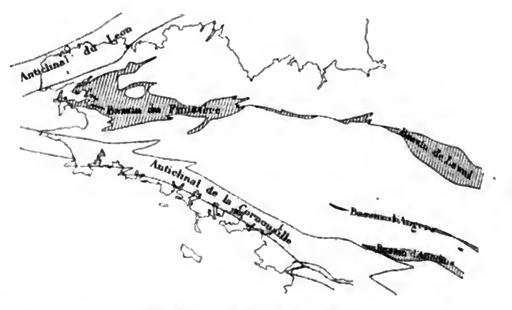


Fig. 2. — Carte de Bretagne
montrant la convergence des deux grandes lignes anticlinales du pays.

Entre ces deux plis directeurs, s'étend un vaste géosynclinal paléozoïque, longue dépression intérieure, qui se continue de la rade de Brest aux bords des ceintures concentriques du bassin parisien. Occupée par une série de rides synclinales et anticlinales, d'âge carbonifère, cette dépression montre des couches relevées, verticales, à pendage S. ou N., abrasées par les dénudations : elles déterminent sur les cartes géologiques, des rayures en apparence parallèles, qui divergent en réalité vers l'E. — Les plis synclinaux, ainsi développés, sont plus serrés et plus profonds à W. qu'à E. de la

Bretagne : ils s'étalent à la surface, en avançant à E., où de nouveaux plis moins profonds s'intercalent graduellement entre les premiers.

Plan de l'excursion : Donner une idée sommaire de la géologie bretonne, en relevant la succession des couches sédimentaires, du Pré-cambien au Carbonifère dans les falaises de l'ouest du pays. Observer les roches volcaniques que l'on trouve interstratifiées dans ces sédiments, les laccolites qui les envahissent, les filons qui les traversent et n'ont guère affecté leur composition. Enfin, suivre les mêmes affleurements vers le N.-E. du pays, pour voir leurs modifications sous l'influence des grandes masses des roches de profondeur, granites et diorites.

SUCCESSION DES ÉTAGES SÉDIMENTAIRES DE LA BRETAGNE

Carbonifère	Schistes et poudingues de Teillé. Grès à veines de houille de Mouzell. Schistes de Châteaulin avec grauw. à plantes et calc. à *Productus*. Tufs porphyritiques. Poudingues et tufs porphyriques.
Dévonien	Schistes de Rostellec. Schistes de Traouliors. Schistes de Porsguen. Grauwacke du Fret. Grauwacke du Faou { calcaire de Néhou. calcaire d'Erbray. Grès de Gahard. Schistes et quarzites de Plougastel.
Silurien	Schistes à nodules à *C. interrupta*. Ampélites de Poligné. Phtanites de l'Anjou. Grès de Bourg-des-Comptes.
Ordovicien	Calcaire de Rosan, avec éruptions contemporaines. Grès de Saint-Germain-sur-Ille. Schistes de Riadan, Grès du Chatellier, Schistes de Sion { Schistes ardoisiers d'Angers. Grès armoricain. Grès feldspathique de Fréhel. Poudingue d'Erquy.
Cambrien	Schistes verts ou pourprés. Schistes et quartzites en dalles, avec calcaires dolomitiques Poudingues de Montfort, de Bréhec.
Briovérien (Sch. de St-Lô)	Dalles vertes de Néant. Schistes et conglomérats de Gourin. Schistes de Lamballe avec phtanites.
Archéen	Schistes à minéraux de Groix. Micaschistes d'Audierne. Gneiss de Quimperlé.

Première journée. — **Dimanche 5 août**

But : L'excursion de cette journée a pour but de montrer la succession des formations schisto-cristallines bretonnes, et les caractères des roches les plus anciennes, dont l'affleurement dessine les deux principales lignes anticlinales du pays.

Leur connaissance, intéressante en elle-même, est importante à un autre point de vue, en ce qu'elle permet de juger des différences qui existent entre ces formations gneissiques anciennes, et les gneiss plus récents, formés soit par l'injection, soit par le laminage des granites paléozoïques.

Les formations rapportées au système archéen montrent leur succession de bas en haut, en allant de Quimperlé au Pouldu (fig.3). Elles permettent 3 divisions lithologiques principales :

1. Schistes à minéraux de Groix ζ^3.
2. Micaschistes d'Audierne ζ^2.
3. Gneiss de Quimperlé ζ^1.



Fig. 3. — Carte des terrains archéens autour de Quimperlé. Échelle : 1/1.000.000.

1° *Gneiss de Quimperlé :* Gneiss granitiques ou granitoïdes à gros grains serrés, à feldspath blanc ou rose, à mica noir abondant, en mouches ou en traînées, parfois remplacé par de l'amphibole en débris, avec quartz granitoïde ou vermiculé. Ces gneiss alternent avec des lits de micaschistes et d'amphibolites, et passent à des granites gneissiques qui les pénètrent à la façon de roches intrusives. On doit distinguer de ces granites gneissiques, des granites grenus, plus récents, à deux micas, avec pegmatites et aplites, qui les coupent de façons variées.

2° *Micaschistes d'Audierne :* Alternent avec lits subordonnés de gneiss à grains fins, amphibolite, pyroxénite, éklogite, serpentine, chloritoschiste, schiste micacé, avec masses interstratifiées, grenues, d'origine intrusive (gneiss fibreux, rubanés, halleflints, gneissites). Cet étage est mal représenté dans la région parcourue, où il est remplacé par un granite gneissique avec enclaves anguleuses des roches gneissiques plus anciennes (bien exposées dans la vallée du Belon), et qui ne peut se distinguer lithologiquement du gneiss de Quimperlé.

3° *Les schistes à minéraux de Groix*, micacés, chloriteux, chloritoïdeux, charbonneux, avec micaschistes sillimanitiques, remarquables par la variété et l'abondance des minéraux lourds qu'ils contiennent (staurotide, grenat, fer aimant, etc.). Bancs subordonnés de quartzites graphitiques, de quartzites séricitiques, de cipolins, de cornéennes.

Les limites entre cet étage et ceux qui précèdent ou qui suivent, sont encore obscures, ou nulles. La superposition admise de ces trois formations, distinctes par leurs caractères lithologiques, n'est basée que sur l'ordre constant de leur succession, la même en Bretagne qu'en beaucoup d'autres pays. Mais jamais en Bretagne, on n'a pu observer les sédiments briovériens reposer en discordance sur des gneiss abrasés ; jamais on n'a trouvé de galets de gneiss roulés dans le Briovérien. Les seules roches connues en galets, dans les poudingues briovériens, sont des roches sédimentaires identiques à celles du Briovérien même, ou des roches intrusives.

L'antériorité admise ici des gneiss du système archéen aux schistes du système briovérien n'est donc qu'une hypothèse : on en peut dire autant du synchronisme présumé de ces gneiss avec les formations primitives du nord de l'Europe. On prouvera un jour que les gneiss, dits archéens, de Bretagne, ne sont que des faciès contemporains, mais métamorphiques, des formations briovériennes, clastiques.

Deuxième journée. — **Lundi 6 août.**

But de l'exclursion. — Montrer les caractères et l'importance du Briovérien, ainsi que sa position entre les micaschistes archéens et les poudingues cambriens (Fig. 4).

Douarnenez est bâti sur un granite gneissique à deux

micas, à structure feuilletée (Fig. 5). Il présente des caractères des granites laminés mécaniquement; nous préférons cepen-

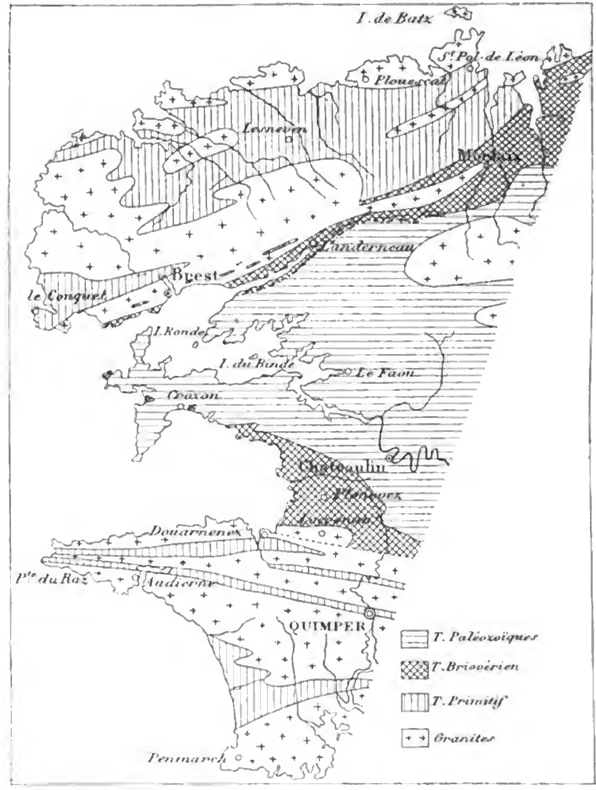


Fig. 4. — Carte du bassin du Finistère. Echelle 1/1.000.000.

dant rapporter l'existence de son mica noir, en membranes, aux débris des micaschistes dans lesquels ce granite aurait fait intrusion. Il date probablement de l'époque carbonifère.

Les micaschistes affleurent dans la Baie du Ris; ils sont

encore pénétrés des éléments du granite et présentent une structure gneissique (gneiss granulitique) avec amas lenticulaires de biotite, de sillimanite. Au-delà on passe sur des schistes séricitiques bariolés, souvent micacés, à mica noir, mica blanc, fer oxydulé, tourmaline, rutile, quartz, andalousite, grenat, avec bancs de grauwacke micacée. Ces schistes micacés perdent graduellement, vers le nord, les minéraux précités, et acquièrent des caractères de schistes argileux, de phyllades, qui leur *succèdent en concordance*, et constituent l'Étage Briovérien (1).



NEURDEIN, PHOT.

Fig. 5. — Cap à W. de Douarnenez, formé par le granite gneissique.

Cet étage, formé d'assises nettement sédimentaires, quoique dépourvues de fossiles, présente un immense développement dans la Baie de Douarnenez (fig. 6), où des schistes (Phylliten) alternent avec des grès, grauwackes, calcaires, conglomérats (à Gourin). Son principal intérêt réside dans le fait qu'il a enregistré l'histoire des premiers sédiments et des premières éruptions volcaniques de Bretagne. Cette série, dont la puissance nous paraît atteindre 3 kil., renferme en outre de grands enseignements sur le rôle et l'étendue illimités du métamorphisme de contact, en profondeur.

Les tracés géologiques ont montré que les mers où se déposèrent les sédiments briovériens étaient déjà différenciées en Bretagne, puisque nous avons pu distinguer, parmi ceux-ci, trois faciès distincts du N. au S., dans les massifs du Trégorrois, de St-Lô, et de la Basse-Loire.

Le massif de St-Lô, continu de la Baie de Douarnenez à

(1) De l'ancien nom de *Briovera* (Saint-Lô), et correspondant aux *Phyllades de Saint-Lô* des auteurs.

St-Lô en Normandie, présente, dans le centre de la Bretagne, diverses divisions lithologiques. Il est formé de couches verticales, plissées et répétées dans la Baie de Douarnenez ; on observe leur recouvrement par les poudingues cambriens dans la falaise du Guern.

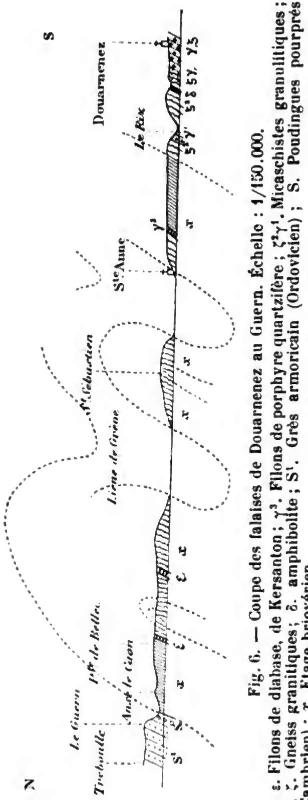


Fig. 6. — Coupe des falaises de Douarnenez au Guern. Échelle : 1/150.000.
ε. Filons de diabase, de Kersanton ; γ^3. Filons de porphyre quartzifère ; $\zeta^2\gamma^1$. Micaschistes granulitiques ; γ, ζ. Gneiss granitiques ; δ. amphibolite ; S^1. Grès armoricain (Ordovicien) ; S. Poudingues pourprés (Cambrien) ; x. Étage briovérien.

Avec ce poudingue, commence la série des couches paléozoïques, très régulière dans ces falaises : l'énumération en sera donnée dans la journée suivante. Une attention spéciale sera donnée dans la baie de Rosan, aux filons de diabase qui traversent les couches ordoviciennes et ont donné des coulées et des projections intéressantes à l'époque du dépôt des calcaires et tufs de Rosan.

Troisième journée.

Mardi 7 août

But de l'excursion : Succession des assises cambriennes, ordoviciennes et siluriennes ; tectonique de la presqu'île de Crozon, choisie comme type de la structure rayée de la Bretagne. On suivra l'excursion sur la carte géologique insérée à cette intention (pl. 1), et nous remplacerons ici l'itinéraire, par l'énumération des assises rencontrées, en commençant par les plus anciennes.

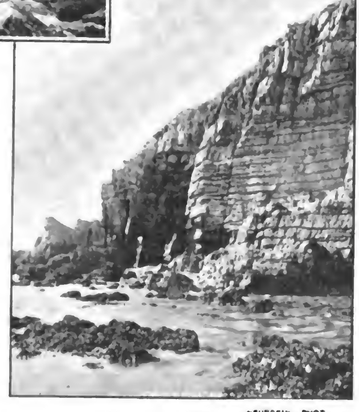
Fig. 7. — Grotte de Grès armoricain des falaises de Crozon.



Terrain Cambrien

Les faunes cambriennes, tant celles à *Paradoxides* que celles à *Olenus*, manquent en Bretagne, et si des sédiments se sont déposés à ces époques, ils sont représentés par des couches pauvres en fossiles (Schistes pourprés (Fig. 8), grès à Lingules). Ces couches présentent de grandes différences d'épaisseur et de composition dans les divers massifs bretons. Les principales divisions sont les suivantes, de haut en bas :

1. Schistes verts ou pourprés et psammites à *Thomasina Criei*.
2. Porphyre quartzifère de Pors-Even, en coulées.
3. Orthophyre de l'Arcouest, comprenant plusieurs venues.
4. Porphyrite de Kérity, avec tufs de projection.
5. Schistes verts ou pourprés, dalles noduleuses, calcaires dolomitiques, quartzites de Plouézec et de la Mayenne.
6. Poudingues de Montfort, de Bréhec.



NEURDEIN, PHOT.

Fig. 8. — Superposition des schistes pourprés et du grès armoricain, au cap la Chèvre.

Les roches éruptives et les bancs calcaires intercalés dans cette série y font parfois défaut ; elle ne comprend alors que des roches clastiques, schistes et poudingues, notamment dans le bassin central de la Bretagne.

Terrain Ordovicien

Le GRÈS ARMORICAIN (Fig. 7) constitue un puissant étage de grès blanc, épais d'environ 500 mèt., important dans l'orographie bretonne ; il présente plusieurs assises lithologiques :

A la base sont les *poudingues d'Erquy*, à débris remaniés des roches sédimentaires et éruptives cambriennes.

Au-dessus, viennent les *grès feldspathiques*, à gros grains sans fossiles, où le feldspath est parfois complètement kaolinisé : ils correspondent aux couches de Trémadoc.

Le *grès du Toulinguet* ou grès armoricain proprement dit, offre des lits plus distincts, alternant avec quelques lits schisteux (Fig. 9). C'est la division la plus fossilifère : Scolithes, Bilobites, Lingules, Dinoboles, Asaphides et Lamellibranches variés (*Actinodonta, Ctenodonta, Redonia*). L'étude de la faune m'a présenté plus d'analogies avec celle d'Arenig qu'avec celle de Trémadoc.

L'étage des SCHISTES D'ANGERS comprend une masse de schistes ardoisiers noirâtres ; la série en est interrompue par des bancs de grès intercalés, dont l'épaisseur croît parfois assez pour envahir l'étage presque tout entier (Normandie). On peut y distinguer, avec M. Kerforne, qui a très bien étudié ces couches et en a donné une carte, les subdivisions suivantes, en commençant par les inférieures :

1° Banc de minerai de fer oolitique.

2° Schistes de Sion à *Synhomalonotus Tristani, Asaphus Guettardi, Calyx Murchisoni*. Niveau des Didymograptes geminiformes.

3° Grès de Kerarvail.

4° Schistes de Morgat à *Placoparia Tourneminei, Asaphus glabratus, Acaste Phillipsi* (Faune décrite en Portugal, par Sharpe).

5° Schistes noirs de Kerarmor à *Trinucleus Bureaui*.

6° Schistes noirs de Raguenez, à *Acaste proaeva, Synhomalonotus Arago* (Faune décrite en Espagne par de Verneuil et Barrande).

Le GRÈS DE St-GERMAIN-SUR-ILLE repose sur l'étage précédent ; il correspond aux couches de Glenkiln. Il est repré-

senté par des grès schisteux, tendres, micacés, avec *Diplograptidæ*, *Synhomalonotus Arago*, *Acaste incerta*, *Trinucleus*.

Le CALCAIRE DE ROSAN à faune de Caradoc avec *Trinucleus*, *Orthis Actoniae*, *Triplesia spiriferoïdes*. Parmi ces roches calcaires, on observe des coulées interstratifiées, des projections, des tufs de roches éruptives contemporaines, limités à ce niveau, qu'ils caractérisent en Bretagne.


NEURDEIN, PHOT.

Fig. 9.— Cap en grès armoricain de l'anse de Dinan.

Terrain Silurien

Ce terrain se distingue des schistes et grès de l'Ordovicien, par ses caractères lithologiques. Les sédiments clastiques grossiers, grès et poudingues, deviennent rares; les éruptions contemporaines font défaut : on observe des couches peu épaisses, dénotant des faciès plus profonds, calcaires noduleux à Orthocères, schistes ampélitiques à ptéropodes (Hyolites), phtanites à graptolites. La formation revêt ainsi ce caractère constant de schiste noir à nodules calcaires à Orthocères, qu'elle conserve dans toute la grande zone centrale de l'Europe ; elle présente plus d'espèces communes que l'Ordovicien, avec le Silurien (E) de Bohême et d'Angleterre. On y a reconnu les divisions suivantes, de bas en haut :

1° GRÈS DE BOURG-DES-COMPTES, sombre, blanc par altération, pénétré de veinules de quartz; il alterne avec de minces lits schisteux charbonneux. Bien qu'il n'ait pas fourni de fossiles, les géologues locaux s'accordent à y voir la base du Silurien; il est difficile à distinguer du grès de Saint-Germain, dans les points où le calcaire de Rosan fait défaut.

2° PHTANITES DE L'ANJOU, avec *Monograptus lobiferus*, *M. crenularis*, *M. spiralis*, *Climacograptus scalaris*, *Cepha-*

lograptus folium, *Rastrites peregrinus*, du Lower Llandovery. Ils sont limités au sud de la Bretagne.

3° Les schistes ampélitiques de Poligné à *Monograptus priodon*, *M. jaculum*, *M. spiralis*, *M. Galaensis*, *M. vomerinus*, fournissent la faune de Tarannon. Ils reposent directement sur les grès (n° 1), dans la presqu'ile de Crozon, où les phtanites (n° 2) font défaut.

4° Schistes a nodules a Cardiola interrupta, et fossiles pélagiques : *Ceratiocarides*, *Orthoceras styloïdeum*, *O. subannulare*, *Bolbozoe anomala*, *Avicula glabra*, *Mytilus esuriens*, *Panenka humilis*, *Vlasta insons*, et parmi les graptolites *Monograptus priodon*, *M. colonus*, *M. vomerinus*, *M. jaculum*, c'est-à-dire la faune de l'étage de Wenlock.

Tectonique de la presqu'ile de Crozon

Cette péninsule est formée par un système d'ondes parallèles, en plis aigus, verticaux, faillés sur leurs bords ; elle fournira aux membres du Congrès un modèle schématique. de la structure tectonique générale de la Bretagne (Pl. 2).

La carte (pl. 1) révèle l'existence de 4 anticlinaux dirigés E. W., qui rident les strates de la série dévonienne et ramènent le grès armoricain dans les noyaux anticlinaux. Ces 4 plis anticlinaux armoricains : (1°) de la Mort-Anglaise, (2°) de Restou. (3°) de Guenvenez, (4°) de Crozon, sont parallèles entre eux, ils constituent un système d'ondulations. limité de part et d'autre, au S. et au N., par les deux relèvements armoricains, terminaux, de la Chèvre et du Toulinguet.

Le premier est la continuation de la ligne des Montagnes-Noires, limite méridionale de ce bassin ; le second continue la crête des quartzites de la Roche-Maurice, limite septentrionale du bassin, dont il est toutefois séparé par la faille orogénique de l'Elorn (Goulet de Brest : voir Fig. 16).

L'examen des plis synclinaux compris entre les lignes précédentes montre entre eux des différences importantes, malgré leur faible distance superficielle. Les différences constatées dans l'épaisseur et dans la composition des assises, ainsi que leurs transgressions réciproques, sont à la fois des indices de la proximité des rivages cambro-siluriens, et de la profondeur des rides qui les déformèrent à l'époque carbonifère.

Les coupes transversales menées par ces plis normalement à leur allongement, montrent que les ondes sont déformées d'une façon uniforme, de telle sorte que les flancs méridionaux des voûtes ont cédé et que les édifices ont joué suivant un système de failles correspondant à ces flancs étirés. Il devient ainsi facile de reconstituer sur un profil à l'échelle, la continuité de ce plissement avant la dénivellation de ses parties par les failles : la trace du grès armoricain dessine alors sur ce profil une ligne ondulée continue, dont la partie la plus abaissée par rapport à l'horizon se trouve vers la Mort-Anglaise (voir pl. 1 et 2), montrant ainsi que la plus grande profondeur synclinale (la ligne d'ennoyage), se projette dans la rade de Brest, suivant la ligne de l'Ile Longue à l'Ile Ronde.

Or, c'est précisément dans cette partie correspondant à la ligne d'ennoyage, que les roches cristallines de la région, aplites porphyriques et kersantons, sont arrivées au jour.

On constate ainsi que les roches intrusives.cantonnées dans les régions synclinales les plus profondes. sont des *roches de laccolite* et des *roches de filons* (aplites et lamprophyres); les roches de profondeur(granites et diorites) sont cantonnées, d'autre part, dans les zones anticlinales voisines, décapitées par les dénudations séculaires.

Les géographes remarqueront, de leur côté, que le relèvement des couches siluriennes a déterminé la forme même des contours de la presqu'île, dont le tracé remonte ainsi à l'époque carbonifère; les érosions marines, agissant depuis les temps mésozoïques, n'ont pas encore été capables d'en effacer les traits fondamentaux.

Quatrième journée. — Mercredi 8 août

But de l'excursion : Succession des assises dévoniennes; étude des aplites et des lamprophyres qui les traversent.

Ici encore il sera facile de suivre l'excursion, de Lanveoc à l'Ile Longue, sur la carte dressée à cette intention (Pl. 1), et nous remplacerons l'itinéraire par l'énumération des assises rencontrées, en commençant par les plus anciennes.

Le Terrain Dévonien comprend environ 1500^{m} de sédiments qu'on peut répartir en 2 systèmes : l'inférieur, très épais, formé de sédiments arénacés, quartzeux, grossiers, ter-

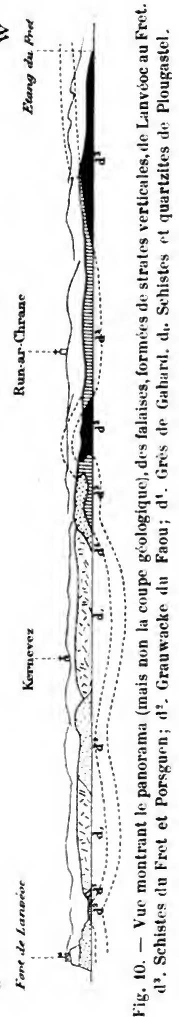


Fig. 10. — Vue montrant le panorama (mais non la coupe géologique), des falaises, formées de strates verticales, de Lanvéoc au Fret. d^3. Schistes du Fret et Porsguen ; d^2. Grauwacke du Faou ; d^1. Grès de Gahard. d_1. Schistes et quartzites de Plougastel.

Fig. 11. — Vue panoramique des falaises dévoniennes du Fret à l'île Longue. Échelle : 1/30.000. χ. Kersanton ; γ^3. Aplites porphyriques ; ν. Aplites euritiques ; d^4. Dévonien supérieur ; d^3. Schistes du Fret et Porsguen.

rigènes, atteignant environ 1400^m d'épaisseur ; le supérieur, très mince, formé de sédiments fins pélagiques, ne dépassant guère 100^m dans leur ensemble et comprenant les divisions moyennes et supérieures du Dévonien classique (Fig. 10, 11).

Le système inférieur, formé à la base de grès clastiques, montre graduellement, quand on s'élève, des grès plus fins, argileux, grauwackeux, calcareux.

Le système supérieur s'est déposé dans les mers profondes éloignées de la terre, où n'arrivaient plus les sédiments détritiques grossiers : il est formé de schistes fins avec calcaires noduleux noirs à Céphalopodes, Ptéropodes et Lamellibranches paléoconques, sous un faciès qui rappelle assez celui du Silurien supérieur de la région. Les schistes fins, hachés de cliva-

ges, fournissent peu de fossiles, limités aux noyaux calcaires. La discontinuité de ces lentilles en complique l'étude stratigraphique, mais la variété de leurs faunes tend à établir qu'elles représentent, sous un faciès pélagique, tous les niveaux du Dévonien moyen et supérieur.

GÉDINNIEN : *Schistes et quartzites de Plougastel.* Masse de plus de 1.000 m., de bancs alternants et généralement assez épais de schistes grossiers gris-verdâtre, foncés, et de quartzites vert-sombre, très durs, blanchissant par altération. Fossiles peu nombreux : gastéropodes, lamellibranches et brachiopodes dans les lits de schistes (*Rhynchonella Thebaulti*, *Puilloni*, *Spirifer octoplicatus*) ; trilobites et céphalopodes dans les bancs de grès (*Homalonotus Lehiri*, *Orthoceras planiseptatum*).

TAUNUSIEN : *Grès de Gahard*, blancs, peu cohérents, bigarrés de fréquentes infiltrations ferrugineuses, atteignant environ 100 m. d'épaisseur et admettant quelques lits interstratifiés de sable, schiste, argile réfractaire. Ces grès sont riches en fossiles, notamment en Lamellibranches, dont l'étude n'est pas faite : *Avicula crenato-lamellosa* Sandb., *lævis* Vern., *spinosa* Phill., *Boydii* Conr., *Cucullella cultrata*, *Grammysia Davidsoni*, avec des *Brachiopodes*, *A. concentrica*, *Rh. Daleidensis*, *O. Monnieri*, *Sp. Pellico*, et *Pleurodyctium Constantinopolitanum*.

COBLENZIEN : *Grauwacke du Faou :* Étage dont les caractères lithologiques sont beaucoup plus variables que ceux des grès de Gahard ; alternances de grès argileux micacés, de schistes calcareux grossiers, de schistes feuilletés et même de lentilles calcaires : le calcaire blanc d'Erbray à la base, plus haut le calcaire bleu de Néhou. Cette étage correspond par sa faune aux systèmes Hundsruckien et Coblenzien de Dumont, aux Grauwackes de Montigny-sur-Meuse et Vireux de M. Gosselet. Les fossiles les plus communs sont : *Wilsonia subwilsoni* d'Orb., *Athyris undata* Defr., *Chonetes sarcinulata* Schlt., *C. plebeia* Schnur, *Meganteris inornata* d'Orb., *Leptaena Murchisoni* Barr., *O. fascicularis* d'Orb., *Spirifer hystericus* Schlt., *Trigeria Guerangeri* Œhl., *T. Gaudryi* Œhl.

Grauwacke du Fret : un peu moins grossiers que les précédents, ces sédiments sont formés de grauwackes fines calcaro-schisteuses, micacées ; leur faune est comparable à celle de la Grauwacke de Hierges de M. Gosselet : *Phacops Potieri* Bayle, *Spirifer paradoxus* Schlt., *Sp. auriculatus* Sandb., *Sp. arduennensis* Stein., *Chonetes sarcinulata* Schlt., *Ch. Davousti* Œhl., *Productus subaculeatus* Murch., *Rhynch. Pareti* Vern., *Pentamerus rhenanus var. Œhlerti* nob., *Athyris concentrica* Buch., *Liopteria Viennayi* Œhl., *Pleurodyctium granuliferum* Schlüter.

Eifélien : *Schistes de Porsguen :* Étage essentiellement schisteux, formé de schistes argileux vert-olive ou vert sombre, gris-brunâtre et alternant avec des schistes fissiles, plus foncés. Clivage transversal très développé, rendant vaine la recherche des fossiles dans les schistes ; ils ne sont conservés que dans les calcaires, en lits noduleux minces, à divers niveaux de cette série : *Phacops Potieri* Bayle, *Anarcestes subnautilinus* Schlt., *Spirifer elegans* Stein, *Sp. subspeciosus*, Vern., *Wilsonia Orbignyana* Vern., *Bifida lepida* Gold., *Leptaena Phillipsi* Barr., *Strophodonta comitans* Barr., *A. reticularis* Sow., *Centronella Schulzii* Vern., *Athyris concentrica* Buch., *Chonetes Davousti* Œhl., *Cyathophyllum heterophyllum* Edw. H., *Menophyllum marginatum* Gold., *Cystiphyllum vesiculosum* Gold., *Aulacophyllum Looghiense* Schlüt., *Zaphrentis Guillieri* nob., *Metriophyllum Bouchardi* Edw. H., *Combophyllum Osismorum* Edw. H.

Cette faune offre un ensemble eifélien, et présente même ses plus grandes analogies avec un niveau déterminé, situé en Allemagne, à la base de cet étage (5 a. de M. Frech). Je n'ai pu encore reconnaître le Givétien dans le Finistère, mais crois que cette faune m'a échappé jusqu'ici, en raison de l'uniformité des sédiments de la série de ces schistes à nodules.

Frasnien : *Schistes de Traouliors :* On peut distinguer de la série précédente, à titre de zone paléontologique spéciale, difficile à délimiter sur le terrain, des couches qui conservent les mêmes caractères lithologiques : la comparaison de leur faune avec celles des régions classiques indique des relations avec la faune frasnienne : *Pent. globus* Bronn., *Cyrt. heteroclyta* Defr., *Rhynch. cuboïdes* Sow., *Rh. pugnus* Mart., *Skenidium Baylei* Œhl. ou *areola* Kays., *Sp. Urii* Flem., *Pr. subaculeatus* Murch., *Cyath. torquatum* Schlüter, *Fav. Boloniensis* Goss., *Fistulipora*, *Receptaculites Neptuni* Defr.

Famennien : *Schistes de Rostellec :* Schistes fins, noirs, plus charbonneux que les précédents, contenant des lits noduleux de calcaires bitumineux noir (Rostellec, Ile Longue) ou des nodules très durs, silico-pyriteux (Porsguen, Prioly). Les principaux fossiles sont : *Cypr. serratostriata* Sandb., *Ort. gregarius* Münst., *Poradoceras Verneuili* Münst., *Tornoceras simplex* v. Buch., *T. undulatum* Sandb., *Bactrites carinatus ?* Münst., *Tentac. tenuicinctus* Rœm., *Camar. rhomboïdea* Phill., *Pos. venusta* Münst., *Av. lævis*, F. Roem., *Card. retrostriata* v. Buch. C'est la faune de Nehden, en Westphalie.

Aucune *Clyménie* n'ayant encore été rencontrée dans le Finistère, pas plus que *Sporadoceras*, qui leur sont habituellement associés, on ne possède encore aucun document sur l'étage Strunien de Bretagne.

Roches éruptives de la rade de Brest

Ces roches sont très variées : les unes ont fait leur apparition à la fin de l'époque ordovicienne (diabases et porphyrites du Menez-Hom), les autres à la fin du Carbonifère inférieur (Kersantons et Aplites porphyriques).

Le gisement de ces dernières est en laccolites et en filons; mais leurs produits effusifs ont disparu, balayés par les dénudations. Ces filons sont limités dans le pays aux régions carbonifères synclinales (voir Pl. 1); ils sont remplacés, dans les régions anticlinales voisines, par des massifs de roches grenues, qui en représentent les réservoirs profonds.

Les roches filoniennes carbonifères se rapportent, malgré leur variété apparente, à deux séries principales : celle des *Kersantons* et celles des *Aplites porphyriques*, et ces séries peuvent être considérées comme représentant les termes de différenciation polaires de roches granitiques profondes, analogues à celles du Huelgoat et dépendant de ce massif.

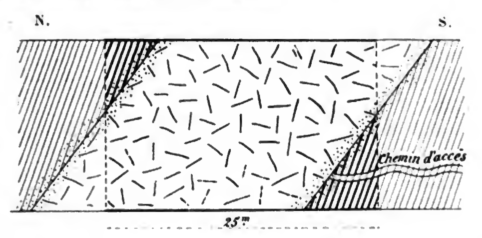


Fig. 12. — Carrière de Kersanton de l'Hôpital-Camfront.

Les lignes pointillées verticales délimitent la carrière, montrant l'aspect habituel du front de taille de ces carrières, où le schiste dévonien est recouvert, ou tantôt recouvre le Kersanton.

On peut résumer comme suit les caractères de ces deux séries :

Kersanton : Le Kersanton forme une cinquantaine de filons, épais de 1 à 20m. Leurs modifications de contact, tant endomorphes qu'exomorphes, sont difficiles à saisir; elles présentent toujours un grand enrichissement en pyrites, dont l'oxydation a déterminé l'altération des roches de contact. Les schistes métamorphisés sont tachetés, noueux, avec faible développement de biotite. Les salbandes des filons sont identiques au centre du filon, ou tantôt micropegmatiques, ou amygdalaires, microlitiques, à cavités remplies de calcite et autres minéraux secondaires (Fig. 12).

Les filons *minces* de Kersanton sont homogènes, les filons *épais* sont remarquables par leur structure composite, représentée

d'une façon un peu schématisée sur la figure (Fig. 13). Nous avons condensé, sur ce même dessin, des traits relevés en divers points des carrières de l'Hôpital-Camfront. L'ensemble paraît bréchoïde, toutefois un examen attentif permet de distinguer des *blocs clastiques* (schiste métamorphisé, quartz), et *d'autres enclaves*, provenant de différenciations récentes.

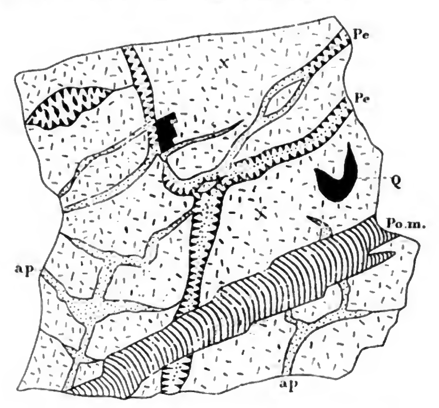


Fig. 13. — Kersanton composite de l'Hôpital-Camfront.
Q. Quartz; X. Kersanton; Pe. Pegmatite kersantique; ap. Aplite kersantique; Po.m. Porphyrite kersantique (Coupe un peu schématisée).

Blocs clastiques : 1° *Schistes dévoniens* rares, chargés de biotite, muscovite, pyrite, quartz, rutile, pléonaste. 2° *Quartz* en blocs anguleux, corrodés, rongés, troués, revêtus d'un enduit de chlorite et actinote secondaires. Ces blocs proviennent d'une différenciation primitive du magma, produite en profondeur, avant l'ouverture des fentes filoniennes et les corrosions magmatiques observées datent du moment de l'éruption.

Différenciations récentes : Elles se détachent sur la masse, sous forme de taches claires ou foncées, à contours nets ou fondus, arrondis, polyédriques, ou allongées en filons, et donnant, à certains Kersantons, une texture bréchoïde.

Elles remplissent des cavités irrégulières, des fentes de contraction, ouvertes lors de la consolidation : on y distingue, par ordre d'ancienneté, les variétés suivantes : *Pegmatites Kersantiques, Aplites Kersantiques, Porphyrites Kersantiques.*

Pegmatites Kersantiques : roches à gros grains, à apatite

oligoclase, orthose, mica noir dans une pâte de micro-pegmatite. Les éléments secondaires sont quartz, calcite, chlorite, muscovite, pyrite, limonite. Le mica noir donne une indication sur le mode de genèse de la roche, par sa disposition en aiguilles microlithoïdes, allongées suivant *pg'*, avec une longueur de 1 à 3 cent., et groupées en bouquets implantés, normalement aux parois de ces filons concrétionnés.

Aplites Kersantiques : roches pâles à grains fins de plagioclase, et mica noir, cimentés par pâte de quartz grenu, micropegmatite, microlites d'albite, calcite, épidote, chlorite. Elles forment des filons francs qui coupent les pegmatites précédentes ; dans d'autres cas, elles forment le remplissage central des filons concrétionnés de pegmatite. A leur limite, on observe parfois alors, parmi la micropegmatite et la pœcilite, des traînées de sphérolites.

Porphyrites Kersantiques : Roches sombres, microlitiques, à cristaux d'apatite, fer oxydulé, pyroxène ou amphibole rare, mica noir abondant en piles hexagonales corrodées ; la pâte est essentiellement formée de microlites de mica noir, avec feldspath orthose arborescent, donnant parfois naissance à des structures variolitiques, fluidales. Ces porphyrites micacées serpentent dans les fentes du Kersanton, sous forme de filons, qui traversent toutes les variétés précédentes.

Nous donnons ci-dessous des analyses des Kersantons, pegmatites, aplites, et porphyrites kersantiques, d'après des échantillons prélevés sur un même bloc, des carrières de l'Hôpital Camfront.

KERSANTON		Pegmatite Kersantique	Aplite Kersantique	Porphyrite Kersantique
CO^2 2.4 %		CO^2 2.4 %	CO^2 2.8 %	CO^2 1.5 %
Si O^2	52.30	58.20	63.30	51.80
$Al^2 O^3$	17 45	19.20	18.60	18.90
$Fe^2 O^3$	1.80	1.10	2.33	1.81
Fe O	4.80	3.52	1.35	5.25
Ca O	4.78	3.67	3.76	4.72
Mg O	8.50	2.01	1.66	8.32
K^2 O	3.23	4.55	1.76	6.75
Na^2 O	2.12	3.60	3.45	0.75
Perte au feu	6.10	3 80	5.00	3.10
	101 08	99.65	101.21	101.40

Ainsi le Kersanton s'est consolidé dans des filons composites, où on distingue une série complexe de différenciations successives, plus ou moins acides, allant du quartz pur à des roches présentant 52, 58, 63, 51 % de SiO^2. Les produits de différen-

ciation extrême, complémentaires, montrent au pôle acide des aplites claires, plus riches en soude ; au pôle lamprophyrique des porphyrites sombres, plus riches en potasse ; celles-ci étant les plus récentes.

Mais le Kersanton lui-même, avec tout le cortège des différenciations précitées, peut être considéré, à son tour, comme un produit de différenciation lamprophyrique par rapport à des roches plus profondes, granitiques. Ces roches de profondeur nous montreront dans la rade leur produit de différenciation, complémentaire des Kersantons, dans les *aplites porphyriques* de l'Ile Longue. Nous constaterons encore ici, comme dans le cas précédent, que le terme lamprophyrique est le plus récent des deux, et nous verrons les filons de Kersanton traverser les masses laccolitiques des *aplites porphyriques*, dans les falaises de Porsguen (Fig. 14).

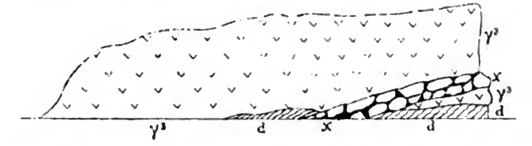


Fig. 14. — Falaise de Porsguen, montrant le Kersanton X coupant l'aplite porphyrique γ³ et le schiste dévonien (d).

Aplites porphyriques : Roches de couleur claire, blanc-verdâtre, formant un grand nombre de filons linéaires et quelques masses laccolitiques, à section elliptique dans les affleurements. Au contact, les schistes dévoniens deviennent cornés, avec mica noir, grenat, et dans des blocs enclavés, orthose, oligoclase, corindon, pléonaste, rutile, oligiste, exceptionnellement andalousite.

La composition de ces aplites offre deux types : *aplites porphyriques* (type de l'Ile Longue), *aplites euritiques* (type de Rostellec) (voir Fig. 11).

Les *aplites porphyriques* montrent orthose et oligoclase en gros cristaux, mica noir, apatite, pyrite, rares grains de quartz bipyramidés, corrodés : la pâte microgranulitique contient des microlites d'orthose, quartz, mica blanc, calcite, chlorite.

Les *aplites euritiques* dépourvues de phénocrysts, à part quelques cristaux d'orthose, d'oligoclase, montrent l'exagération des éléments microlitiques de la pâte, mica noir, et surtout albite, en petits cristaux raccourcis, idiomorphes, isométriques, enchevêtrés, et un peu de quartz (structure orthophyrique).

Les *aplites euritiques* se trouvent en apophyses autour des masses porphyriques de l'Ile Longue (Fig. 15), et près de là, à Rostellec, dans une série de laccolites plus petits.

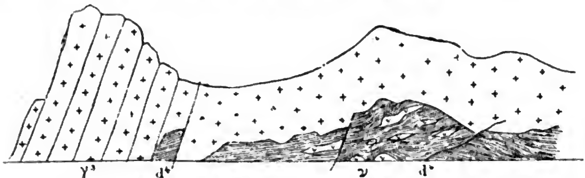


Fig. 15. — Falaise du Fort de l'Ile Longue.

γ^3. Aplites porphyriques à divisions columnaires; ν Aplites euritiques; d^4. Schiste dévonien supérieur.

L'observation dans la rade, révèle l'existence d'autres massifs aplitiques, plus grenus que celui de l'Ile Longue, où la distinction entre les deux temps de cristallisation s'efface ; ces venues passent, à l'est de la rade, à des granites aplitiques à 2 micas — plus à l'est encore, vers le Huelgoat, affleurent des granites francs, qui montrent, de ce côté, la continuation des réservoirs profonds, source des produits filoniens de la rade de Brest.

	APLITE EURITIQUE (Rostellec)	Aplite euritique (Prat-meur)	Aplite porphyrique (Ile Longue)	Granite carbonifère (Le Huelgoat)
SiO_2	71.20	72.50	73.00	71.80
Al_2O_3	17.60	17.00	15.20	16.00
Fe_2O_3	1.74	1.17	1.86	1.76
Ca O	0.76	0.20	0.56	1.74
Mg O	1.17	0.74	1.01	1.83
K_2O	0.85	0.77	4.14	4.20
Na_2O	6.20	6.28	3.44	3.47
Perte au feu	1.37	1.62	1.25	0.62
	100.89	100.28	100.46	101.42

Si l'on compare la composition des gros laccolites porphyriques (Ile Longue), à celle des petits laccolites euritiques (Rostellec), refroidis plus rapidement, on reconnaît qu'il s'est produit entre eux un phénomène de différenciation, avant le processus de consolidation, avec concentration dans les parties d'abord refroidies, des bases susceptibles de s'individualiser les premières : il y a eu concentration de *Na* dans les aplites euritiques, de *K* dans les aplites porphyriques.

Ce champ de filons de la zone synclinale de la Rade nous a

présenté, dans ses diverses variétés d'aplites et de lamprophyres, en filons et en laccolites, des exemples précis de différenciation magmatique, sans assimilation des salbandes. C'est dans les zones anticlinales voisines, plus dénudées, et offrant à notre observation des tranches plus profondes de la croûte, que nous reconnaîtrons, dans les excursions suivantes, les phénomènes d'assimilation des auréoles granitiques, phénomènes aussi généraux que ceux de la différenciation, mais produits comme eux dans des conditions spéciales, distinctes, de profondeur et de pression.

Cinquième journée. — **Jeudi 9 août**

But de l'excursion. — Gneiss granulitique de Brest et quartzites métamorphiques de Landerneau (fig. 16).

Pour se persuader de la transformation des sédiments en gneiss, dans ce pays plat, pauvre en affleurements, il faudrait tracer soi même les zones de contact et de passage, et leurs limites fuyantes. Nous devrons nous borner à indiquer le fait, en en fournissant deux exemples différents à Brest et à Saint-Brieuc. Dans les deux cas, le passage graduel des schistes aux gneiss granulitiques sera contrôlé par la présence d'un témoin, d'un banc de quartzite, choisi comme repère, et qui se continuera des schistes dans les gneiss. Le Briovérien contient des bancs intercalés de cette nature, en quarzite blanc, autour de Brest; en phtanite noir, autour de St-Brieuc ; nous suivrons ces bancs de quartzites sédimentaires dans de mêmes faisceaux schisteux passant successivement à l'état de schistes argileux, de schistes micacés, et de gneiss granulitiques.

Le premier exemple est aux environs de Brest (voir la carte Pl. 1 et la Fig. 4). Notre point de départ sera le vieux château de la Roche-Maurice, bâti sur une crête de quartzite blanc à gros grains, représentant sous un faciès spécial le grès armoricain au N. de ce bassin (Fig. 17). Verticaux, plissés, faillés, comme on le voit à l'évidence dans les grandes carrières de la Roche-Plate, ces bancs de grès alternent avec des schistes gris-bleuâtre; ils forment un étage limité au sud par les *schistes et quartzites de Plougastel*, au nord, par des schistes et grauwackes, bien exposés sur la route de Landerneau, appartenant au Briovérien. C'est parmi ces derniers que se trouvent les bancs de quartzite, dont l'âge nous intéresse.

Une faille visible, dans la falaise de la rade de Brest, sous

Kerouézec (Fig. 16), sépare le quartzite de la Roche-Maurice du Dévonien, situé au sud. Une autre faille sépare peut-être ce même quartzite de la Roche-Maurice du Briovérien situé au

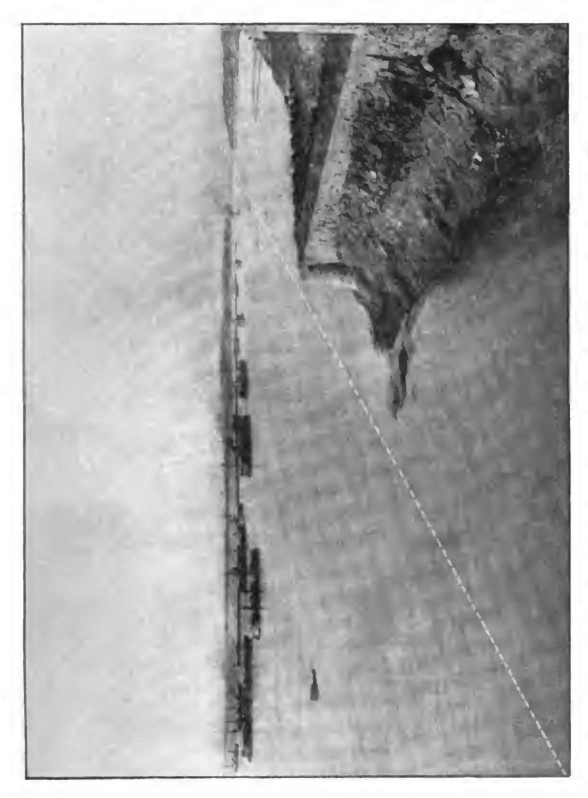


Fig. 16. — Rade de Brest. La ligne ponctuée trace la faille du goulet de Brest : on voit à gauche le Dévonien, à droite le gneiss granulitique.

nord, mais elle coïncide avec une discordance initiale, correspondant à l'absence présumée, dans la région, du Cambrien entre le Briovérien et le Grès armoricain. L'étude stratigraphique du quartzite armoricain de la Roche-Maurice laisse

ainsi deux hypothèses ouvertes, relativement à l'âge des bancs de quartzite intercalés parmi les schistes briovériens situés au nord ; ou, ils sont d'âge briovérien, comme les schistes parmi lesquels on les trouve, ou ils sont d'âge armoricain, et représentent des écailles isolées, discordantes sur les schistes briovériens.

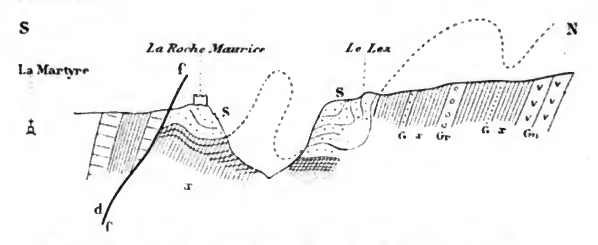


Fig. 17. — Coupe de la Roche Maurice. Échelle : 1/40.000.
d. Quartzites de Plougastel (Dévonien); S. Quartzite de la Roche-Maurice (Ordovicien); x. Schiste briovérien ; g. Bancs de grauwacke briovérienne; Gr. Schiste graphitique briovérien ; m. Schiste briovérien micacé ; Gn. Gneiss granulitique; γ, Granite; f. Faille.

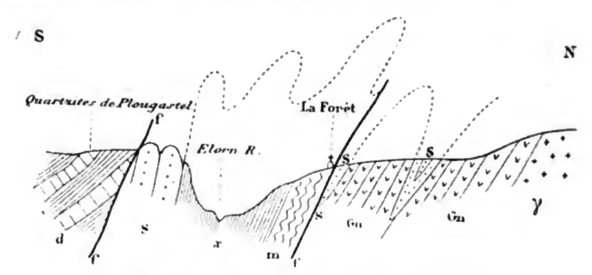


Fig. 18. — Coupe de la Forêt. Échelle : 1/40.000.
(Même légende que la Fig. 17).

Mais quelle que soit l'hypothèse stratigraphique à laquelle on s'arrête, elles permettent une même conclusion relativement au métamorphisme. Si, en effet, on se rend de la Roche-Maurice à Brest, en suivant ces bancs de quartzite, on reconnaît dans cette direction le métamorphisme croissant des roches encaissantes. On constate ainsi que des quartzites compris entre des lits de schiste près de la Roche-Maurice, sont

compris entre des lits de schiste micacé, de Landerneau à la Forêt (Fig. 18), et entre des lits de gneiss, de là à Brest. Ainsi les gneiss de Brest sont des schistes briovériens, métamorphisés, pénétrés de granite à l'époque carbonifère; — les partisans du dynamométamorphisme diront, *du granite laminé* à l'époque carbonifère ; mais il leur reste à interpréter la stratigraphie locale.

Sixième journée. — Vendredi 10 août

But de la journée. — Gneiss granulitique de Saint-Julien, et phtanites briovériens métamorphiques de Plédran.

Il y a, aux environs de Saint-Brieuc, plusieurs venues granitiques, successives ; la plus ancienne est remaniée à l'état de galets dans les poudingues briovériens ; une seconde traverse le Briovérien et se retrouve à l'état de galets dans le Cambrien ; une troisième traverse le Silurien et date de l'époque carbonifère. Nous les verrons successivement, en commençant par la dernière.

Cette venue constitue un vaste massif elliptique de 50 kil. de long, que nous désignerons sous le nom de massif de Quintin. Il est dissymétrique, montrant sur son bord méridional du granite à biotite *grenu*, et sur son bord septentrional du granite *feuilleté*, à deux micas, passant au *gneiss granulitique*. Le granite grenu est au contact du Carbonifère, le granite gneissique au contact du Briovérien.

En outre de ces différences dans le mode et le degré d'endomorphisme sur ses divers flancs, ce massif nous montrera, comme celui de Landerneau, des différences inégales de résistance à l'assimilation, des encaissements de composition variée. On en verra un exemple aux environs de Plédran.

Les schistes briovériens présentent à l'est de Plédran les caractères habituels de l'étage, formé de schistes argileux avec lits grauwackeux intercalés et quelques lits de roches amphiboliques et de phtanites charbonneux. A mesure qu'on avance de E. vers W., et qu'on approche du massif granitique de Quintin, on voit les roches sédimentaires se modifier graduellement, mais les schistes argileux se modifient plus vite que les bancs charbonneux.

Les schistes passent successivement à des schistes tachetés, à des schistes micacés riches en biotite, avec rares taches

maclifères et sillimanitiques, puis à des schistes feldspathiques et enfin à des gneiss granulitiques : entre ces roches, les passages sont graduels. Ces gneiss contiennent tous les éléments constituants des granulites, associés à des débris de schiste à l'état de tissus continus reconnaissables, enrichis de traînées de mica noir avec plages de sillimanite. Ces tissus donnent à la roche granulitique une structure entrelacée, où des membranes micacées, ondulées, séparent des amandes lenticulaires de granulite grenue à mica noir dominant.

Quant aux couches de phtanites ou schistes charbonneux, ils se montrent beaucoup moins sensibles à l'action du métamorphisme que les couches encaissantes, de telle sorte qu'on suit sur le terrain comme sur la carte ci-dessous (fig. 19), un même banc de phtanite successivement compris entre des schistes, des micaschistes et des gneiss granulitiques : il passe à un quartzite graphiteux grenu, à mesure que les schistes passent au gneiss.

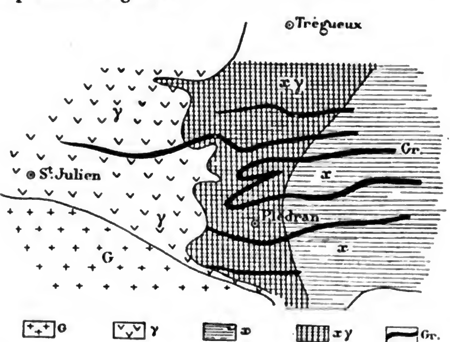


Fig. 19. — Carte des quartzites graphitiques de Plédran. Échelle : 1/1.000.000. G. Granite; γ. Gneiss granulitique; xγ. Schiste briovérien micacé; x. Schiste briovérien argileux ; Gr. Quartzite graphitique.

Certains préfèrent voir dans ces gneiss granulitiques des granites pressés, plutôt que des schistes injectés de granite ; mais cette question nous paraît d'un ordre secondaire, auprès de la persistance, constatée dans le massif granitisé, du banc phtaniteux, ni dérangé, ni disloqué. Le magma granitique a pris la place du schiste sans prendre celle du quartzite.

Ce quartzite graphiteux est le banc même. dans lequel j'ai trouvé à Lamballe, à 18 kil. de là, des traces organiques rapportées par M. Cayeux à des Radiolaires (*Cenosphaera*); son âge est aussi nettement établi que son origine sédimentaire, car on le trouve en galets à la base du Cambrien. Il forme un niveau déterminé dans le système briovérien ; son importance dans la région de Plédran est accidentelle, et due à un plissement qui ramène plusieurs fois la même couche, comme le montre la coupe suivante (fig. 20) qui résume les faits indiqués.

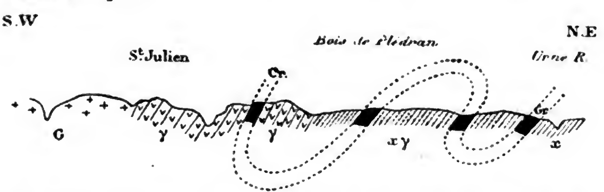


Fig. 20. — Coupe des quartzites graphitiques de Plédran. Échelle: 1/80.000. (Même légende que la fig. 19).

Au sud de Saint-Julien, nous observerons le passage graduel des gneiss granulitiques, au granite grenu de Quintin.

Septième journée. — Samedi 11 août.

But de l'excursion. — Examen comparé des faciès clastiques et éruptifs du Briovérien, leur transformation par les granites à amphibole, antérieurement à l'époque des poudingues cambro-ordoviciens, où ils sont remaniés (Coupe du cap Fréhel, Pl. 2).

Saint-Brieuc à Lamballe, schistes argileux briovériens avec lits de grauwacke, de phtanite ; ils sont affectés par l'ellipse granitique de Lamballe (gneiss granulitiques).

La route de Lamballe à la Fresnaye suit la direction de cette venue granitique. On rencontre 5 lentilles alignées, attestant la continuité de cette venue et son parcours souterrain, sous la couverture des affleurements schisteux : nous verrons les schistes tachetés et micacés au contact, autour de Henan bihen.

Au Port-à-la-Duc, on quitte ce faisceau de couches, pour passer sur le faciès basique du Briovérien, si développé au-

tour de Saint-Brieuc. C'est un étage complexe formé de schistes verts dominants, à actinote, épidote, chlorite, alternant avec cornes vertes compactes (schistes pyroxéniques), résultant de transformations dynamométamorphiques de roches massives basiques, et qui alternent avec schistes argileux et grauwackes subordonnées. Des roches basiques sont encore associées aux précédentes sous forme de lits de tufs, brèches ou coulées interstratifiées et présentant une composition allant de l'épidiorite (diabases ouralitisées) aux porphyrites à pyroxène, grenues, microlitiques ou variolitiques.

Au N. de la pointe du Château-Serein, les roches amphiboliques précitées sont disloquées par le granite et intimement mélangées avec lui, sous forme de brèches, à éléments alignés, anguleux ; parfois l'injection se fait en filons distincts transverses, ou plus souvent suivant les couches, qui sont pénétrées dans toutes les directions et en toutes proportions (Les Touches). Elles perdent ainsi leurs caractères propres et passent à des schistes amphiboliques feldspathisés, plus ou moins riches en épidote et chlorite, qui ne se distinguent plus de certains gneiss amphiboliques.

Vers le fort de La Latte, ces gneiss amphiboliques passent à des diorites gneissiques et granites dioritiques grenus avec enclaves de schistes amphiboliques. Ce sont des roches à gros grains, riches en amphibole, avec fer titané, apatite, oligoclase, microcline, parfois mica noir et quartz, qui se relient au massif syénitique de Coutances. Dans les filons minces de la périphérie du massif, il y a des variétés pegmatiques où les cristaux d'amphibole atteignent 4 à 5 cent. de long, ainsi que d'autres variétés microdioritiques.

Dans l'Anse des Sévignés, apparaît le poudingue cambrien de Fréhel, il contient des galets de quartz blanc, quartzite gris et rose, phtanite noir et toutes les roches diabasiques de l'étage des cornes briovériennes. Le granite à amphibole est transformé par dynamométamorphisme, au contact du poudingue, en schiste pourpré oligistifère.

Des schistes pourprés minces recouvrent le poudingue de Fréhel, puis viennent les poudingues d'Erquy et les grès feldspathiques des falaises du cap Fréhel. Ces grès de couleur rose, épais de 400 m. sont formés aux dépens des quartzites

précambriens et des granites dioritiques ; ils présentent vers la base plusieurs lits de poudingue à galets de quartzite noir, blanc, rose (Poudingue d'Erquy).

Les grès feldspathiques deviennent graduellement horizontaux des Sévignés vers Fréhel ; ils sont coupés dans la falaise par un dyke de diabase. Plusieurs centaines de dykes analogues de diabases ophitiques, tracés sur nos cartes, s'observent dans la région ; ils atteignent des longueurs de plusieurs kilomètres, et des épaisseurs variant de 1 m. à 10 m. Ces dykes traversent toutes les formations de la contrée ; leur nombre est tel, que la nappe d'épanchement issue de ces fissures a dû recouvrir tout le pays, de coulées continues, de diabases et porphyrites, à l'époque houillère : les dénudations n'en ont cependant épargné aucun témoin.

Huitième journée. — **Dimanche 12 août**

But de l'excursion. — Granite de Cesson *antérieur au Précambrien*, remanié dans le poudingue briovérien, transformé en gneiss. Granite à amphibole de St-Brieuc, *antérieur au Cambrien*, et ses relations génétiques avec les schistes à amphibole précambriens.

Granite de Cesson : Le plus ancien granite de Bretagne est remanié à l'état de galets dans les schistes briovériens. Il comprend des granites et des granulites à grains moyens.

Dans les falaises de Cesson, les poudingues sont interstratifiés parmi des formations schisto-cristallines, micaschistes, schistes amphiboliques et leptynites. Ils forment plusieurs lits de caractères divers, à galets déformés, étirés, impressionnés, écrasés, depuis l'époque de leur dépôt : il semblerait qu'ils sont passés par un état plastique, reliés parfois, dans certains lits, à la roche encaissante, comme s'ils étaient fondus sur leurs bords ou injectés dans celle-ci. Il y a lieu de se demander, notamment pour certains lits à gros galets granitiques homogènes, sans mélange, si ces grosses amandes ne représentent pas des filons en chapelet, des injections glanduleuses de granite dans des grauwackes métamorphisées, plutôt que des galets roulés et remaniés ?

Les galets cependant présentent des caractères de clasticité dans certains lits, en raison de leur mélange, de leur forme parfois arrondie, de leur nombre, de leurs différences dans

les divers lits superposés, de leur position parfois transversale, de la facilité avec laquelle on les détache de la pâte, grâce à leur enduit micacé, en raison enfin et surtout, de l'arrêt brusque de certains filons d'aplite et de quartz qui existent dans certains galets (très rares) sans se continuer dans la pâte du poudingue. Nous ajouterons pour terminer que ce poudingue se suit sur le terrain à la façon d'une véritable couche sédimentaire, sur une longueur de 6 kil., de Cesson à Plérin.

La pâte de la roche peut être comparée à un gneiss, puisqu'elle comprend comme éléments constituants, quartz, feldspath et mica noir en très grande abondance, et qu'elle présente une structure feuilletée.

L'alternance de couches clastiques et sédimentaires, telles que poudingues et schistes graphitiques, dans les falaises de Cesson, avec des couches à faciès primitif, telles que micaschistes, amphibolites, leptynites, gneiss, fournit un enseignement sur la genèse des roches archéennes schisto-cristallines.

Granite de Saint-Brieuc. — Granite sodique dioritique, tantôt grenu ou gneissique, inégalement riche en amphibole, avec fer titané, apatite, feldspaths zonés allant, suivant les gisements, de l'albite au labrador basique, microcline, perthite abondante, rare pyroxène, parfois mica noir et quartz : il passe dans ses variétés grenues du granite sodique à amphibole (Saint-Brieuc), à la diorite (Saint-Quay), et au gabbro. Dans les filons minces de la périphérie du massif il présente des variétés pegmatiques à grands cristaux d'amphibole, ainsi que d'autres variétés aplitiques passant à des microgranites et microdiorites.

GRANITES PRÉCAMBRIENS

	SAINT-BRIEUC	CAOUENNEC
$Si O^2$	64.10	63.70
$Al^2 O^3$	19.10	19.60
$Fe^2 O^3$	2.41	1 92
Fe O	3 55	2 52
Ca O	2 77	3 05
Mg O	2.68	2 36
$K^2 O$	2.98	3 05
$Na^2 O$	3.60	4.20
Perte au feu	0.30	0.62
	101.69	101.02

On n'observe le granite amphibolique de Saint-Brieuc qu'au contact des couches briovériennes avec amphibole : il y présente des modifications métamorphiques endomorphes et exomorphes étendues, caractéristiques. L'étage briovérien dans la région de Saint-Brieuc comprend un ensemble complexe de schistes verts dominants, à actinote, épidote, chlorite, de cornes vertes compactes (schistes pyroxéniques), de gabbros gneissiques, résultant de transformations de coulées massives basiques, et qui alternent avec des schistes micacés, schistes à staurotide, leptynites, grauwackes micacées et poudingues feldspathiques. Son affleurement sous ce facies spécial, alcalin, basique, est limité à une bande arquée correspondant à la baie de Saint-Brieuc, et qui est d'ailleurs délimitée sur la carte ci-dessous (Fig. 21). Cette carte montrera en même temps l'extension des granites à amphibole

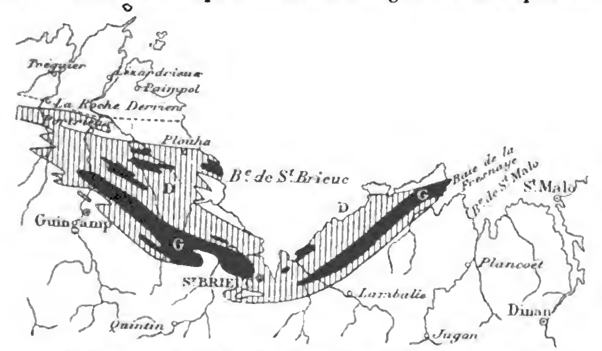


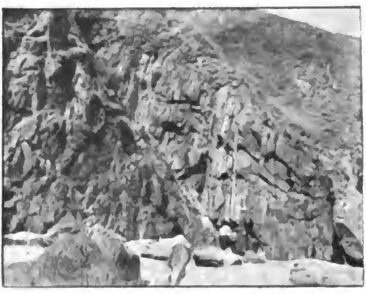
Fig. 21. — Carte de la Baie de Saint-Brieuc. Échelle : 1/1.000.000.
D. Étage briovérien, faciès basique, avec cornes vertes et épidiorites; G. Granite amphibolique.

précambriens de la région, et on verra que leur affleurement est confiné au précédent, qu'il suit servilement.

Il est permis de voir, dans cette coïncidence, une relation de cause à effet, et de croire que la composition de ce massif de granite dioritique est due à l'influence des roches éruptives basiques au milieu desquelles il a fait intrusion.

Nous observerons les couches briovériennes avec leurs roches vertes intercalées dans la baie de Port-Martin (Fig. 22),

et les types grenus de granite sodique dioritique dans les carrières mêmes de Saint-Brieuc ; les types intermédiaires de gneiss dioritiques et gabbros gneissiques dans les falaises de Cesson et la vallée de Crémeur.



COOMARA-SWAMY, PHOT.

Fig. 22.— Falaise de Port-Martin, montrant les quartzites graphitiques briovériens.

Dans les environs de Pontrieux, d'Andel, on pourrait suivre dans les vallées du Trieux et du Gouessan, le passage de roches microlitiques, porphyrites et diabases, aux roches schisto-cristallines, amphiboliques, à des épidiorites, à des gabbros. On voit à mesure qu'on se rapproche du granite se développer également dans les schistes amphiboliques de ces deux vallées, des grains de feldspath granitique, qui les transforment graduellement en un gneiss à amphibole, en une diorite gneissique, en un granite dioritique grenu à amphibole et biotite, en gabbros gneissiques, roches cristallines grenues qui présentent un beau développement dans la baie de Saint-Brieuc.

Neuvième journée. — **Lundi 13 août.**

But de l'excursion : Étude du massif granitique du Guéméné, considéré comme exemple classique de métamorphisme exomorphe, sans apport.

La route de Saint-Brieuc à Pontivy traverse deux massifs granitiques classiques, où le métamorphisme de contact a développé de nouveaux minéraux dans les sédiments encaissants, sans apport, ni émigration, des éléments du granite.

Les deux massifs de Quintin et de Moncontour ont troué leur place à l'emporte-pièce, dans les bassins paléozoïques, sans les déranger ni les imprégner. L'esquisse du massif de Moncontour (Fig. 23) montre d'une façon schématique la disposition de cette catégorie d'ellipses granitiques.

Le massif de Pontivy présente sur ses bordures des faits analogues. Les schistes briovériens argileux deviennent noueux, micacés, en approchant du granite. En suivant le contact, ces schistes micacés, traversés de pegmatites et d'aplites, passent aux micaschistes avec biotite, grenat, staurotide, et parfois aux gneiss granulitiques sillimanitiques. Le développement de l'andalousite est toujours rare dans le Briovérien.

Le granite de Guéméné, plus basique, est une granitite porphyroïde, qui tranche obliquement les strates paléozoïques, du Cambrien au Carbonifère (voir fig. 24 et 25).

Le Cambrien se charge de cristaux de chloritoïde.

Le grès armoricain très siliceux, ne présente pas de modification notable. Les schistes d'Angers deviennent no-

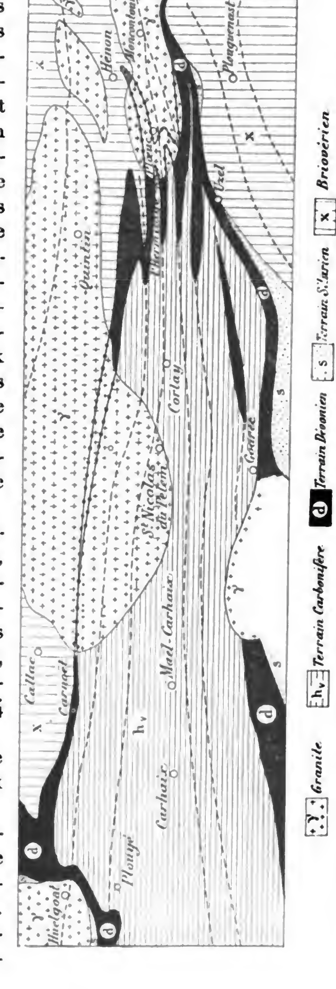


Fig. 23. — Mode d'intrusion des massifs granitiques de Quintin et de Moncontour dans le bassin carbonifère de Corlay.
Échelle : 1/1.000.000.

duleux, maclifères; ils présentent à Sainte-Brigitte un des plus beaux gisements du monde, par sa richesse en fossiles et en silicates rhombiques : des chiastolithes de plusieurs centimètres de long, traversent sans les déformer des Calymènes, Trinucleus, Orthis.

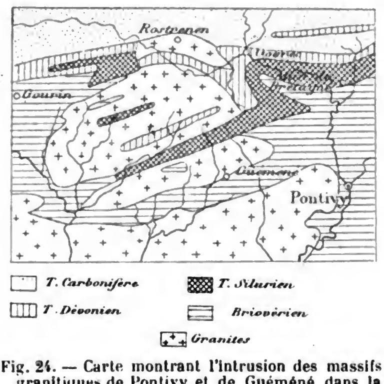


Fig. 24. — Carte montrant l'intrusion des massifs granitiques de Pontivy et de Guémené dans la série paléozoïque. Echelle : 1/1.000.000.

Les étages plus élevés de l'Ordovicien et du Silurien à Monograptus, mal exposés dans la région, montrent des lits micacés grenatifères.

On passe N., sur les schistes et quartzites de Plougastel en beaux affleurements. On s'éloigne du granite : les quartzites ne sont pas modifiés, les schistes ridés, froncés, montrent des houppes de chloritoïde et des traces de chiastolithe.

A Goarec, schistes du Carbonifère micacés et maclifères. A la limite des schistes carbonifères et dévoniens, est une couche intéressante de porphyroïde interstratifiée, à la façon d'une coulée de *rhyolite ancienne*, à la limite des deux formations sédimentaires, dont elle suit toutes les sinuosités sur de longs kilomètres.

Dixième Journée. — **Mardi 14 août** (1)

But de l'excursion. — Synclinal silurien découpé en biseau. — Sédiments briovériens métamorphisés en micaschistes à staurotide, et gneiss granulitiques.

Les environs de Baud présentent un nouvel exemple de la structure rayée de la Bretagne, en plis parallèles, laminés,

(1) Cette course ou la précédente, seront remplacées par une visite aux monuments mégalithiques du Morbihan (Carnac, Locmariaquer) si la majorité des excursionnistes en fait la demande par écrit, en juin, au Directeur de l'excursion.

déjà observée dans la rade de Brest, et si constante dans toute l'étendue du pays.

On observe à Baud, dans une gorge synclinale, longue de 200 kil., entre des encaissements briovériens, métamorphisés, toute la série cambro-silurienne, découpée en écailles, ensevelie, empilée et resserrée dans une étroite fosse linéaire de 1/2 kil. de longueur. Nous verrons cette série, dans la coupe suivante (fig. 26), réduite à une simple lame de schistes siluriens et de grès ordoviciens de Saint-Germain, entre des encaissements briovériens verticaux.

Au N. de ce synclinal, de Bain à Locminé, beau développement du Briovérien, à l'état de schistes admirablement métamorphisés, où le granite a frayé sa voie sous forme de gros massifs alignés (Fig. 27), dont la continuité souterraine ne saurait faire l'objet d'un doute. Entre eux, d'ailleurs, les sédiments briovériens, sont coupés, pénétrés par d'innombrables veines de granite, aplite, pegmatite ($\xi^2\gamma^1$), et passent aux gneiss granulitiques. Les schistes sont transformés en micaschistes, des bancs riches en minéraux variés alternent avec des bancs qui

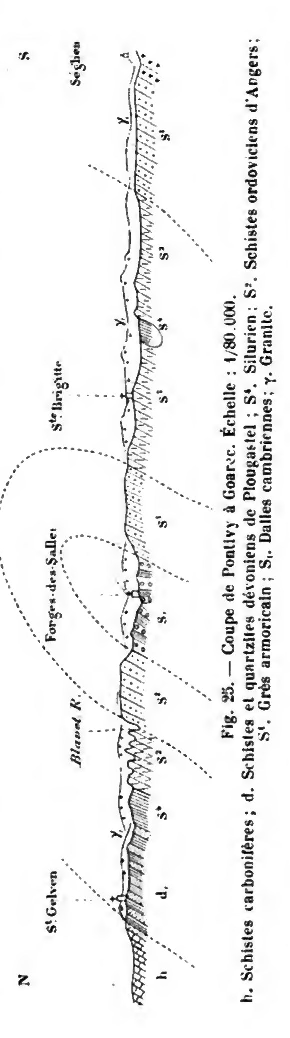


Fig. 25. — Coupe de Pontivy à Goarec. Échelle : 1/80.000.
h. Schistes carbonifères ; d. Schistes et quartzites dévoniens de Plougastel ; S⁴. Silurien ; S³. Schistes ordoviciens d'Angers ; S². Grès armoricain ; S₁. Dalles cambriennes ; γ. Granite.

en sont dépourvus : les micas, grenats, staurotide sont limités aux strates schisteuses et à certaines d'entre elles, le feldspath à d'autres, tandis que le disthène, andalousite, sillimanite, sont concentrés à la limite des lentilles pegmatiques.

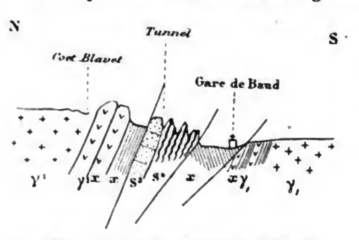


Fig. 26. — Coupe du synclinal de Baud. Echelle : 1/80.000.

S^1. Silurien supérieur ; S^3. Grès de Saint-Germain-sur-Ille ; x. Briovérien ; $x\gamma$. Schistes micacés granulitiques ; $\gamma^1 x$. Granite feuilleté ; γ^1. Granite grenu.

Ces schistes à minéraux présentent des bancs intercalés à composition minéralogique

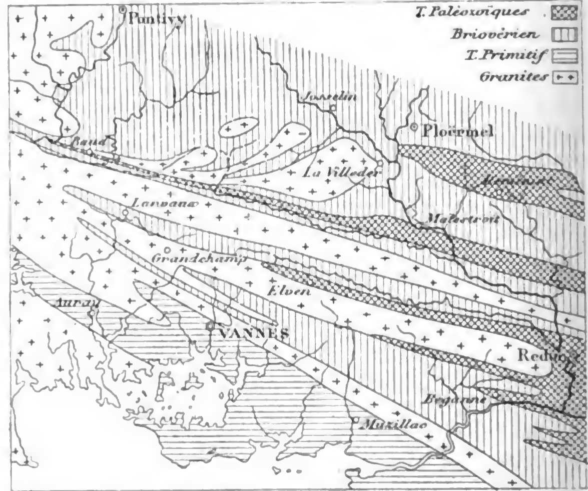


Fig. 27. — Carte des environs de Baud, montrant les longues et étroites fosses synclinales paléozoïques de la région. Echelle : 1/1.000.000.

aberrante, des quartzites, correspondant à d'anciens lits grauwackeux du Briovérien, des pyroxénites (Zobténites), correspondant à d'anciennes strates calcareuses.

ITINÉRAIRE

Samedi	4 août.	—	Rendez-vous à *Quimperlé* (Finistère), le soir, à l'Hôtel du Lion-d'Or.
Dimanche	5 »	—	Départ de la gare à 9 h. m., Falaises du Pouldu, *Quimperlé*.
Lundi	6 »	—	Quimper, Douarnenez, Menez-Hom, *Morgat*.
Mardi	7 »	—	En mer, par bateau, au Cap-la-Chèvre, Fort du Diable, Camaret, *Morgat*.
Mercredi	8 »	—	Étude en bateau des falaises dévoniennes de la Rade de Brest, *Brest*.
Jeudi	9 »	—	Landerneau, La Roche-Maurice, la Forêt, *Brest*.
Vendredi	10 »	—	Yffiniac, Plédran, *Saint-Brieuc*.
Samedi	11 »	—	Cap Fréhel, *Saint-Brieuc*.
Dimanche	12 »	—	Plerin, Cesson, *Saint-Brieuc*.
Lundi	13 »	—	Pontivy, Salles de Rohan, Bon-Repos, *Auray*.
Mardi	14 »	—	Vallée de l'Ével ou monuments mégalithiques du Morbihan, au choix des excursionnistes. Visite des collections de M. le comte de Limur. *Vannes*.

VIII

BASSIN
TERTIAIRE PARISIEN

EXCURSIONS PENDANT LE CONGRÈS

SOUS LA CONDUITE DE

MM. G. DOLLFUS, L. JANET,
Stanislas MEUNIER et MUNIER-CHALMAS

ENVIRONS DE PARIS

Des courses de un ou deux jours seront faites, pendant les intervalles des jours de séances du Congrès, dans les principaux gisements fossilifères classiques des environs de Paris.

VIII*a*

Notices de M. MUNIER-CHALMAS

Gisors, Mont-Javoult, Paris.
Beauvais, Pays de Bray.
Cuise-la-Motte.
Mont-Bernon.

VIII*b*

Notices de M. Léon JANET

Argenteuil et Romainville (Étude des gypses parisiens).
Captages des sources des vallées du Loing et du Lunain.

VIII*c*

Notice de M. Stanislas MEUNIER

Parc de Grignon.

VIII*d*

Notices de M. G. DOLLFUS

Arcueil-Cachan, Bagneux, Bicêtre.
Étrechy, Morigny, Étampes.
Méry-sur-Oise, Auvers.

EXCURSIONS

DANS LE

BASSIN TERTIAIRE PARISIEN

PENDANT LES INTERVALLES DES JOURS DE SÉANCES DU CONGRÈS

VIII^a. — Excursions sous la conduite de M. MUNIER-CHALMAS

19 août : Gisors, Mont-Javoult, Parnes.
20 — Beauvais, pays de Bray.
24 — Cuise-la-Motte.
25 — Épernay, Mont-Bernon.

VIII^b. — Excursions sous la conduite de M. Léon JANET

20 août : Argenteuil.
24 — Captages des sources des vallées du Loing et du Lunain.
26 — Romainville.

VIII^c. — Excursion sous la conduite de M. Stanislas MEUNIER

22 août : Parc de Grignon.

VIII^d. — Excursions sous la conduite de M. G. DOLLFUS

19 août : Arcueil-Cachan, Bagneux, Bicêtre.
24 — Étrechy, Morigny, Étampes.
26 — Méry-sur-Oise, Auvers.

ENVIRONS DE GISORS ET DE BEAUVAIS

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. MUNIER-CHALMAS

Avec la faculté de ne suivre qu'une des deux journées.

PREMIÈRE JOURNÉE. — **Dimanche 19 août**

Excursion aux environs de Gisors

Avec les concours de M. GODIN, maire de Montjavoult et de M. PEZANT

Départ de Paris, par la gare St-Lazare, pour Gisors, le 19 août, par un des premiers trains du matin. Départ le soir du même jour pour Beauvais, où l'on couchera.

On partira le matin de la ville de Gisors, qui est située sur la craie blanche sénonienne, pour gagner la ville de Montjavoult, qui est bâtie sur les meulières stampiennes à *Lymnea cylindrica*. C'est un des points les plus élevés de la région du Vexin. Pendant le trajet, on traversera toute la série tertiaire du bassin de Paris, savoir :

1-2. **Thanétien-Sparnacien**

Les anciennes carrières, où l'on pouvait voir des représentants de ces deux étages, sont aujourd'hui entièrement comblées.

3. **Yprésien**

Au mont de Magny on verra une très belle coupe de sables yprésiens à *Nummulites planulata* et *Alveolina oblonga*. On constatera aussi la présence du seul banc calcaire qui soit connu dans l'Yprésien ; il renferme des empreintes de *Turritella edita*, de *Nerita Schmiedelliana* et des *Moules internes rubéfiés* de cette dernière espèce, provenant du démantèlement des premières rides yprésiennes qui se sont formées au début du dôme qui s'est élevé à la fin de l'Yprésien sur l'axe du Bray.

Les sables yprésiens passent insensiblement aux sables sparnaciens, comme on pourra le constater dans une tranchée. On verra également que les dernières couches yprésiennes ont été très fortement ravinées et souvent arrasées par les eaux de la mer Lutétienne, après la formation du dôme yprésien.

Si le temps le permet, on ira visiter la localité d'Hérouval.

4. Lutétien

Lutétien inférieur. — Une tranchée, qui sera faite au mont de Magny, montrera les premières assises fossilifères du Lutétien inférieur. Elles ont une faune très riche et ne contiennent pas encore de *Nummulites lævigata*.

Dans la localité classique de Parnes on étudiera toutes les divisions du Lutétien. Le Lutétien inférieur est bien développé : il présente au-dessus des couches de base du mont de Magny, les assises à *Nummulites lævigata*.

Lutétien moyen. — Des tranchées qui seront exécutées près de Parnes mettront à jour les couches fossilifères les plus riches et permettront de recueillir de très nombreux fossiles.

Lutétien supérieur. — A Vaudoncourt une tranchée permettra de rencontrer les assises très fossilifères à *Potamidopsis tricarinatus ;* c'est une des localités les plus riches du Lutétien supérieur.

5. Bartonien

A Montagny, des tranchées qui seront ouvertes dans les différentes assises bartoniennes fossilifères montreront la succession suivante :

1° Bartonien inférieur. — Les différentes zones du Bartonien inférieur, qui représentent les *sables de Beauchamps* sont, à Montigny, caractérisées par un faciès de charriage, seule la zone terminale à *Potamides scalaroïdes* est nettement différenciée.

2° Bartonien moyen. – Les nouvelles divisions du Bartonien moyen sont très visibles à Montagny, où l'on observe la succession suivante :

A. Calcaire laguno-saumâtre de Ducy à Hydrobies ;

B. Sables laguno-marins de la zone de Mortefontaine, à *Potamidopsis sulpiciensis ;*

C. Calcaire laguno-lacustre de St-Ouen inférieur à *Lymnea longiscata ;*

D. Sables marins lagunaires de Montagny à *Potamidopsis sulpiciensis* et *Lucina saxorum.*

E. Calcaire laguno-subsaumâtre de St-Ouen supérieur à *Hydrobia pusilla.*

Bartonien supérieur. — Le Bartonien supérieur présente quelques modifications locales vers sa partie terminale ; à la base se trouvent environ 15 mètres de sables qui représentent les sables de Cresne caractérisés par un grand nombre d'espèces qui se retrouvent en Angleterre à Barton : vers le haut on observe les calcaires du *Bois du Mulot* qui renferment une faune analogue à celle des calcaires de St-Ouen: *Lymnea longiscata, Planorbis goniobasis, Cyclostoma mumia.*

Ludien

Les marnières du Wast montrent une partie des couches qui constituent le Ludien.

1° On observe sur les calcaires ravinés du Bois du Mulot ou sur les sables de Cresne lorsque ces derniers ont été enlevés par arrasement, les assises à *Potamidopsis Wastensis* et *Lampanopsis Quoniamensis*, qui correspondent à la zone à *Pholadomya Ludensis.*

2° Les calcaires du Wast représentent la masse moyenne du gypse des environs de Paris et sont caractérisés par *Cyclostoma mumia, Nystia microstoma, Helix* sp., etc.

Sannoisien

Le Sannoisien, début de l'Oligocène, est représenté par des argiles dans lesquelles on ne connaît pas encore de fossiles.

Stampien

Le Stampien commence par des argiles qui sont identiques à celles du Sannoisien, mais qui contiennent à leur base : *Ostrea cyathula, Ostrea longirostris.* Les sables de Fontainebleau qui les surmontent sont bien développés à Montjavoult même. Ils sont couronnés par de petits lits siliceux à *Potamides Lamarcki* qui supportent les meulières de Montmorency à *Lymnea cornea et L. cylindrica.*

Deuxième journée. — Lundi 20 août.

Excursion aux environs de Beauvais

SOUS LA CONDUITE DE

M. MUNIER-CHALMAS

Avec le concours de M. Charles Janet.

Départ de Beauvais le matin à 7 h. pour le Pays de Bray, retour à midi et demi à Beauvais, pour déjeuner ; départ de Beauvais pour le marais de Bresle à une heure et demie, retour à Paris le même jour par un des trains du soir.

Néocomien. Aptien

Dans le trajet de l'excursion on verra toute la série stratigraphique des couches néocomiennes, en général non fossilifères, depuis les sables à argiles réfractaires jusqu'aux couches aptiennes à *Ostrea aquila*.

Albien. Cénomanien

Les couches albiennes et cénomaniennes ne sont que peu ou pas visibles sur le parcours de l'excursion.

Turonien

Près de l'Église de Saint-Martin-le-Nœud commencent les affleurements de craie turonienne, à silex noirs, qui montrent les principales divisions de cet étage :

A. Craie à *Inoceramus labiatus*.

B. Craie à *Holaster planus*.

C. Craie à *Micraster breviporus*.

Sénonien

Sénonien inférieur. — (*Emschérien*). La craie blanche à *Micraster cortestudinarium* est bien visible dans les carrières qui sont au-dessus de Saint-Martin-le-Nœud. En retournant à Beauvais on rencontre une carrière où la craie à *Micraster coranguinum* est exploitée.

Aturien. — Près de Beauvais on verra d'anciennes carrières de craie blanche à *Belemnitella quadrata;* ce n'est qu'à l'est de Beauvais que l'on rencontrera des affleurements de craie blanche à *Belemnitella mucronata.*

Montien

A Laversine on visitera un lambeau de calcaire montien inférieur à *Lima Carolina*, adossé contre la craie blanche à *Belemnitella mucronata.*

Thanétien

La localité classique de Bracheux sera visitée. Les sablières de la Butte de la Justice sont constituées par les sables de Bracheux à *Cyprina scutellaria* qui sont très fossilifères. Ils supportent des couches à *Ostrea Bellovacina* qui représentent la zone de Jonchery.

Les Buttes du Marais de Bresle permettent de revoir encore la zone de Bracheux et de reconnaître au-dessus la présence de sables à *Cyrena*, présentant un facies particulier, mais correspondant encore à la zone de Jonchery. Sur ce point les sables thanétiens sont surmontés par des calcaires à *Helix hemisphærica* représentant les calcaires de Rilly.

Pleistocène et Néopleistocène

Les Marais de Bresle renferment de très belles tourbières qui sont exploitées avec activité, on pourra facilement y étudier les différentes zones de tourbes.

N° VIII*a*

EXCURSION
AUX ENVIRONS DE CUISE-LA-MOTTE

SOUS LA CONDUITE DE

M. MUNIER-CHALMAS

Départ de Paris le matin par la gare du Nord, pour Lamotte Breuil.

Retour à Paris par Pierrefonds, par un des trains du soir.

Yprésien

Dans les sablières de Cuise-la-Motte, on verra un grand développement de sables éocènes. Ceux de la base correspondent à la partie supérieure du Sparnacien et passent insensiblement aux sables yprésiens à *Nummulites planulata* qui présentent les subdivisions suivantes :

1° Sables non fossilifères correspondant aux couches d'Aizy à *Nummulites planulata* et *Rostellaria Geoffroyi*.

2° Zone de Pierrefonds peu fossilifère à Cuise-la-Motte.

3° Zone très fossilifère de *Cuise-la-Motte* avec nombreux Cérithes saumâtres, mélangés aux formes franchement marines.

4° Zone des sables verts sans fossiles, correspondant à l'horizon d'Hérouval, que l'on aura vu dans une des précédentes excursions.

Lutétien

Le Lutétien, que l'on aura vu en détail dans l'excursion de Gisors, est surtout intéressant à étudier, aux environs de Pierrefonds, au point de vue de la transformation des calcaires en *calcaires magnésiens*. Il y a de très belles exploitations.

A Pierrefonds, visite, si le temps le permet, du Château historique.

EXCURSION
AUX ENVIRONS D'ÉPERNAY

SOUS LA CONDUITE DE

M. MUNIER-CHALMAS

Départ de Paris pour Epernay, le 25 août, par un des trains du soir, coucher à Epernay.

Retour pour Paris le 26 août, par un des trains du soir.

Sénonien

La montée du Mont Bernon permettra de voir la craie blanche à *Belemnitella mucronata*.

Sparnacien

Les cendrières qui couronnent le Mont Bernon sont des plus intéressantes, on y rencontrera toutes les zones fossilifères du Sparnacien.

Sparnacien inférieur et moyen. — Le Sparnacien inférieur et moyen est représenté par des dépôts lagunaires riches en Cyrènes et en Cérithes saumâtres. On y trouve surtout : *Cyrena cuneiformis*, *Cyrena antiqua*, *Cerithium turris*. *C. funatum*, *C. ataxicum*, *Melania inquinata*, *Lucina*, *Mytilus*.

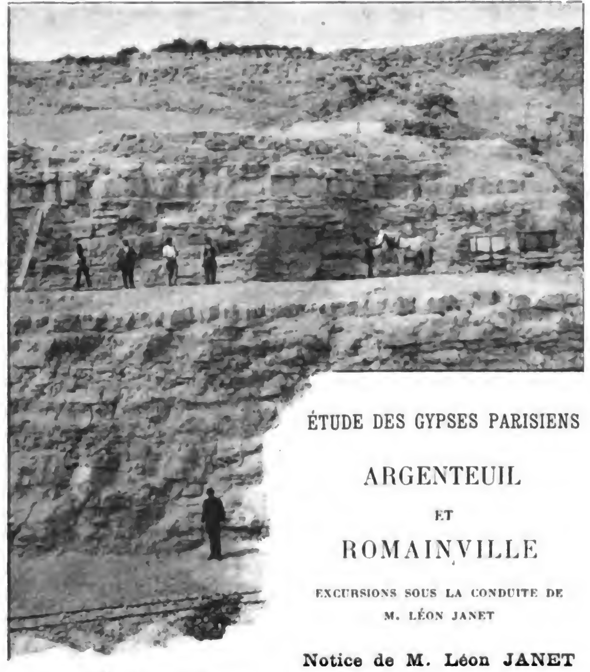
Il renferme aussi un banc de marnes lacustres avec *Physa columnaris*. *Planorbis Sparnacensis*, *Rillya*, *Helix*, *Carychium*.

Sur un des points du Mont Bernon, on pourra recueillir, dans les argiles sparnaciennes, des Cérithes et des Cyrènes *transformées en gypse*.

Sparnacien supérieur. — Le Sparnacien supérieur est représenté à Cuise par des couches d'estuaires qui indiquent la présence de fleuves venant des régions crayeuses. Ces assises contiennent des ossements de vertébrés, parmi lesquels il faut citer les *Lophiodon*. On y recueille de nombreux *Unio* et *Teredina personata*.

Lutétien

Le Lutétien, qui est en transgressivité, n'est représenté, au Mont Bernon, que par des assises lagunaires qui appartiennent au *Lutétien supérieur* à *Potamides lapidum*, etc.



PLATRIÈRE DE VAUCELLES
MASSES INFÉRIEURE ET MOYENNE DU GYPSE

ÉTUDE DES GYPSES PARISIENS

ARGENTEUIL
ET
ROMAINVILLE

EXCURSIONS SOUS LA CONDUITE DE
M. LÉON JANET

Notice de M. Léon JANET

Les deux excursions d'Argenteuil et de Romainville ont pour but d'étudier principalement les gypses parisiens, c'est-à-dire les étages ludien et sannoisien.

Les coupes des carrières visitées permettront toutefois de voir en outre la partie supérieure de l'étage bartonien et une partie de l'étage stampien.

Nous avons fait, dans ces terrains, un grand nombre d'excursions avec M. Munier-Chalmas, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, auquel nous devons plusieurs des idées exposées plus loin.

THÉORIE DE LA FORMATION DES GYPSES

Nous considérons, avec la plupart des géologues, les gypses parisiens comme des produits d'évaporation d'eaux marines, dans des lagunes ne communiquant avec la mer que par un chenal assez étroit pour permettre une certaine concentration.

Cette concentration n'a été que rarement poussée assez loin pour amener la précipitation du sel marin ; toutefois, il s'en est déposé à diverses reprises, mais il a été ensuite dissous ; on trouve, dans plusieurs lits de marne, et quelquefois dans des bancs de gypse, des traces de cristaux cubiques groupés en *trémies*, ne laissant aucun doute à cet égard.

Les eaux dans lesquelles le gypse se déposait étaient impropres à la vie, à cause de leur trop grande concentration ; les ossements de mammifères et d'oiseaux trouvés dans les bancs de gypse proviennent vraisemblablement de cadavres charriés.

Les gypses du bassin de Paris ne se rencontrent pas uniquement, comme on le croit souvent, dans les étages ludien et sannoisien. Il existe parfois, dans le lutétien et dans le bartonien, des bancs de gypse de plusieurs mètres d'épaisseur, mais ils sont généralement dissous suivant les lignes d'affleurement, et on ne les connaît guère que par des forages. Cependant, une couche de gypse bartonien de quatre mètres d'épaisseur est exploitée souterrainement aujourd'hui à Bagneux. Tout ce qu'on peut donc dire, c'est que c'est à l'époque ludienne que les lagunes d'évaporation ont présenté la plus grande stabilité et ont donné naissance aux couches les plus puissantes.

Lorsqu'une oscillation du sol rendait la communication plus facile avec la mer, l'eau reprenait sa composition normale, et il se déposait des marnes à fossiles laguno-marins. Parfois des cours d'eau, arrivant dans la lagune, la dessalaient assez pour permettre aux fossiles laguno-lacustres, comme les limnées et les planorbes, d'y vivre.

Les lagunes, dans lesquelles le gypse s'est formé, paraissaient communiquer vers le nord avec la mer : à l'est, au sud et à l'ouest, elles étaient bordées d'une autre rangée de lagunes, où la mer pénétrait beaucoup plus difficilement, et

tandis que le gypse se formait dans les premières, il se déposait dans les secondes un calcaire laguno-lacustre connu sous le nom de *travertin de Champigny*, dont le synchronisme avec le gypse a été établi par M. Hébert.

C'est par suite du voisinage de ces lagunes d'eau douce que le gypse parisien contient toujours une notable quantité de carbonate de chaux donnant au plâtre de Paris une qualité qui le fait rechercher dans le monde entier.

Les lagunes dans lesquelles s'est déposé le gypse n'avaient aucune profondeur ; on trouve à chaque instant, dans les marnes, des phénomènes de retrait indiquant une émersion. Les inégalités d'épaisseur des couches paraissent principalement dues à des plissements.

Presque tous les gypses ludiens et sannoisiens sont des dépôts d'évaporation lagunaire ; on trouve toutefois des gypses secondaires qui résultent de la dissolution de gypses d'évaporation et de leur recristallisation, et des gypses résultant de l'oxydation des pyrites, mais ce sont, en quelque sorte, des minéraux exceptionnels.

COMPOSITION DES ÉTAGES LUDIEN ET SANNOISIEN

Nous rappellerons que, dans la région qui nous occupe, les étages ludien et sannoisien comprennent la succession d'assises suivantes :

ÉTAGE SANNOISIEN	Calcaire de Brie et marnes marines d'Argenteuil ; Glaises vertes ; Marnes blanches à limnœa strigosa ; Marnes bleues ;
ÉTAGE LUDIEN	Masse supérieure de gypse ; Marnes séparant la masse supérieure de gypse de la masse moyenne ; Masse moyenne de gypse ; Marnes séparant la masse moyenne de gypse de la masse inférieure ; Masse inférieure de gypse ; Marnes à pholadomya ludensis ;

Il est très difficile de fixer la limite séparative du ludien et du sannoisien, c'est-à-dire de l'éocène et de l'oligocène. La coupure a été faite au-dessus de la masse supérieure, c'est-à-



Fig. 2.
Plâtrière Vollambert
Masse supérieure de gypse.

dire des *couches à Palœotherium*, bien que certains auteurs les considèrent comme oligocènes.

D'autre part, les *marnes à Pholadomya ludensis* ont été placées dans le ludien, quoique leur faune tende à les rapprocher du bartonien.

Les divisions entre les diverses masses de gypse et les marnes qui les séparent ne reposent que sur les caractères lithologiques et les conditions d'exploitation, et n'ont pas de valeur chronologique : les relations stratigraphiques des faunes marines correspondant ailleurs aux diverses masses n'ont pu encore être établies d'une manière précise.

PROGRAMME DES EXCURSIONS

L'excursion d'Argenteuil montrera une coupe presque complète de la butte d'Orgemont, donnée par les deux plâtrières de Vaucelles et de Vollambert (Fig. 2), appartenant à la Société des Plâtrières réunies du bassin de Paris.

La première permet d'étudier les assises supérieures de l'étage bartonien, tout l'étage ludien, et la base de l'étage sannoisien ; la seconde, la partie supérieure de l'étage ludien, l'étage sannoisien, et la partie inférieure du stampien.

Certains bancs du ludien seront en outre étudiés dans la plâtrière des Cloviers, appartenant à la Société des Plâtrières réunies, ouverte dans la butte de Sannois.

L'excursion de Romainville montrera, dans la plâtrière du Goulet, exploitée par M. Vanderheyd, à Noisy-le-Sec, le ludien, depuis la masse inférieure, et dans les plâtrières du Parc, exploitée par M. Cauvain, et de Béthisy, exploitée par la Société des Plâtrières réunies à Romainville, le sannoisien jusqu'au calcaire de Brie.

Les figures 1 et 2 indiquent l'aspect de la masse inférieure et de la masse moyenne dans la plâtrière de Vaucelles à Argenteuil, et l'aspect de la masse supérieure à la plâtrière de Vollambert, et les deux planches hors texte donnent la vue d'ensemble des deux grandes plâtrières de Vollambert à Argenteuil et du Parc à Romainville.

ÉTUDE DÉTAILLÉE DES ASSISES

Bartonien.

Le bartonien supérieur est visible au bord de la Seine, à l'entrée du tunnel servant à amener le gypse de la carrière de Vaucelles à l'usine.

On observe là des alternances de marnes, de calcaires et de gypses, se rattachant au calcaire de Saint-Ouen ; la présence des gypses indique une tendance à l'établissement d'un régime lagunaire ; ces couches gypseuses sont minces : parfois un banc de gypse présente à la partie supérieure une zone calcaire, ce qui indique un changement de régime pendant le dépôt même du banc.

Les sables de Cresnes désignés aussi sous les noms de sables de Marines, sables de Monceau, sables infra-gypseux, ont été recoupés par le tunnel, mais ne sont pas actuellement visibles : ils sont représentés par des marnes et ont quelques mètres seulement.

Marnes à Pholadomya ludensis.

Elles ont été également recoupées par le tunnel, mais ne sont plus visibles aujourd'hui. Une excavation spéciale sera

faite dans la plâtrière de Vaucelles, au moment de la visite du Congrès, pour permettre aux excursionnistes de les examiner.

Dès 1809, Constant Prévost et Desmarets avaient signalé, dans les plâtrières de Montmartre, l'existence de ce niveau fossilifère : d'Orbigny l'a retrouvé à Paris, en 1848, dans les tranchées du chemin de fer de l'Est, tout en définissant mal sa position : Bioche et Fabre l'ont rencontré en 1866, à Argenteuil même, dans une carrière voisine de celle de Vaucelles, et l'étude de la faune recueillie par eux a été faite par Deshayes. Depuis, on a reconnu que ces couches étaient fossilifères sur une très grande étendue du bassin de Paris et se poursuivaient, sans modifications sensibles, dans des régions où le gypse est remplacé par le travertin de Champigny.

Parmi les espèces les plus fréquentes à Argenteuil, on peut citer, *Pholodomya ludensis*, *Psammobia neglecta*, *Crassatella Desmaresti*, *Cardium granulosum*, *Cardita sulcata*, *Corbula ficus*, *Potamides tricarinatus*, *Voluta Fabri*.

Cette faune a des affinités bartoniennes si prononcées qu'il est permis de se demander si les assises en question ne devront pas ultérieurement être incorporées à cet étage.

L'épaisseur de la formation est d'environ 3 à 4 mètres : à la base, elle renferme plusieurs bancs de gypse, peu puissants, désignés parfois sous le nom de *quatrième masse ;* les fossiles se rencontrent à la partie supérieure dans des bancs de marne jaune ou brune quand elle est humide, blanche ou jaunâtre quand elle est sèche, douce au toucher, renfermant des cristaux de gypse en boule et des fers en lance, dont l'épaisseur est d'un mètre.

Masse inférieure de gypse

La *masse inférieure de gypse*, ou *troisième masse* de certains auteurs, va être exploitée à la plâtrière de Vaucelles où elle sera bientôt visible ; elle comprend, à la base, un banc de gypse d'un mètre environ d'épaisseur, au milieu une couche de 0m20 de marne, et au sommet, une épaisseur de 1m70 de gypse, saccharoïde à la partie supérieure et présentant de nombreux bancs cristallisés en pieds d'alouettes à la partie inférieure.

Une tentative d'exploitation de cette masse a été faite, il y a quelques années, à la plâtrière du Goulet, à Noisy-le-Sec, mais on y a renoncé; la composition était à peu près la même qu'à Argenteuil; aujourd'hui on ne voit plus que la partie supérieure de cette masse.

Cette masse inférieure a été reconnue dans un grand nombre de points du bassin de Paris, mais n'est guère exploitée, à cause de son peu d'épaisseur.

Marnes séparant la masse inférieure de la masse moyenne.

Voici le détail des coupes de ces marnes relevées à Argenteuil et à Noisy-le-Sec.

PLATRIÈRE DE VAUCELLES A ARGENTEUIL (Fig. 1)

		Masse moyenne de gypse ;
4	0.30	Marne gypsifère se délitant à l'air ;
3	0.70	id. avec gros rognons aplatis de gypse marneux ;
2	0.60	id. grise dure ;
1	1.25	Marne irrégulière présentant des zones calcaires tendres et des zones gypsifères dures ;
		Masse inférieure de gypse ;

PLATRIÈRE DU GOULET A NOISY-LE-SEC

		Masse moyenne de gypse ;
7	0.30	Marne gypsifère jaune avec parties bleues ;
6	0.30	Gypse marneux tendre jaunâtre ;
5	0.15	Marne grise avec parties bleues ;
4	0.30	Gypse marneux tendre jaunâtre ;
3	0.02	Lit argileux ondulé noirâtre ;
2	0.30	Gypse marneux gris veiné de bleu ;
1	0.40	Marne grise avec parties bleues renfermant de gros cristaux de gypse en fer de lance ;
		Masse inférieure de gypse.

L'épaisseur totale de ces marnes est de 2m85 à Argenteuil, et de 1m75 à Romainville. On n'y a pas trouvé de fossiles.

Les coupes que nous avons données ne présentent pas un grand intérêt, en raison de la transformation subie par les couches après leur dépôt par suite de la circulation des eaux, en sorte qu'elles peuvent paraître très différentes en deux points voisins. La couleur bleue est devenue jaune par peroxydation du fer, le gypse a été remis en mouvement, a

été dissous et entraîné, ou a recristallisé par concentration moléculaire. C'est pourquoi on trouve au même niveau, tantôt un lit de gypse marneux, tantôt de grosses lentilles aplaties de gypse, résultant de la dissolution du lit; les ouvriers donnent à ces lentilles le nom de *pains de quatre livres*.

Masse moyenne de gypse

PLATRIÈRE DE VAUCELLES A ARGENTEUIL	Épaisseur	N° des Assises	Épaisseur	PLATRIÈRE DU GOULET A NOISY-LE-SEC
MARNES SÉPARANT LA MASSE MOYENNE DE LA MASSE SUPÉRIEURE				
Gypse saccharoïde présentant un banc cristallisé à la partie inférieure.	0.35	24	0.55	Gypse dur en plaquettes séparées par des lits minces argileux ondulés.
Gypse en petits cristaux mélangé de marne et cordon mince de gypse à la base.	0.15	23	0.05	Gypse bréchiforme avec petits fragments de marne.
Gypse saccharoïde tendre avec nombreux délits horizontaux.	0.45	22	0.45	Gypse saccharoïde avec deux lits de 0m01 de marne grise, près de la base.
Gypse saccharoïde compact.	0.50	21	0.65	Gypse saccharoïde compact.
Gypse en gros cristaux verticaux (pieds d'alouettes).	0.15	20	0.20	Gypse en gros cristaux (pieds d'alouettes
Marne blanche.	0.10	19	0.12	Marne blanche.
Marne gypsifère.	0.05	18	0 08	Marne gypsifère.
Gypse cristallisé présentant 6 bancs de pieds d'alouettes.	0.45	17	0 45	Gypse cristallisé présentant 4 bancs de pieds d'alouettes.
Gypse dur avec cordons minces de cristaux.	0 15	16	0.20	Gypse dur avec cordons minces de cristaux.
Gypse saccharoïde.	0.20	15	0.20	Gypse saccharoïde.
Gypse cristallisé en pieds d'alouettes.	0.20	14	0.20	Gypse cristallisé en pieds d'alouettes.
Gypse saccharoïde.	0.80	13	0.85	Gypse saccharoïde.
Gypse comprenant trois cordons cristallisés en pieds d'alouettes, parfois fortement ondulés.	0 20	12	0.25	Gypse comprenant trois cordons cristallisés en pieds d'alouettes, parfois fortement ondulés.
Gypse saccharoïde.	0 15	11	0.20	Gypse saccharoïde.
Gypse dur avec cordons minces de cristaux.	0.05	10	0.10	Gypse dur avec cordons minces de cristaux.
Gypse saccharoïde.	0 35	9	0.30	Gypse saccharoïde.
Gypse saccharoïde avec nombreux délits horizontaux.	0.60	8	0.90	Gypse saccharoïde avec deux lits de 0m01 de marne grise au milieu et à la partie supérieure
Gypse dur mélangé de calcaire.	0.10	7	0.10	Gypse dur mélangé de calcaire.
Marne jaune avec cristaux de gypse près du sommet, et lentilles discontinues de gypse albâtre près de la base.	0.50	6	0.90	Marne dure blanc verdâtre, à cassure conchoïde, feuilletée vers le milieu.

PLATRIÈRE DE VAUCELLES A ARGENTEUIL	Épaisseur	N° des Assises	Épaisseur	PLATRIÈRE DU GOULET A NOISY-LE-SEC
Gypse saccharoïde avec nombreuses cavités en dissolution.	0.30	5	0 15	Gypse saccharoïde.
Gypse en cristaux enchevêtrés.	0.20	4	0.15	Gypse en cristaux enchevêtrés.
Marne jaune fissile avec lit argileux à la partie supérieure et feuillets pétris de *Lucina inornata.*	0.15	3	0.05	Marne jaune fissile avec rares *Lucina inornata.*
Gypse saccharoïde.	0.60	2	0.20	Gypse saccharoïde.
Gypse cristallisé.	0.20	1	0.35	Gypse cristallisé avec lit de pieds d'alouettes de 0m10 en haut et cristaux enchevêtrés en bas.

MARNES SÉPARANT LA MASSE INFÉRIEURE DE LA MASSE MOYENNE

Ces marnes très gypsifères se sont évidemment déposées dans des lagunes d'évaporation.

L'ensemble de la masse moyenne désignée parfois sous le nom de deuxième masse ou basse masse a une puissance de

7m15 à Argenteuil.
7m65 à Noisy-le-Sec.

On voit que la formation comprend des alternances de marnes, de gypse saccharoïde et de gypse cristallisé qui sont les mêmes à Argenteuil et à Noisy-le-Sec. Certains lits de pieds d'alouettes peuvent être suivis sur une grande étendue du bassin de Paris.

En gros, la masse moyenne comprend les assises suivantes :

	Argenteuil	Noisy-le-Sec
Gypse	1m60	1m90
Marne	0m15	0m20
Gypse	3m25	3m75
Marne	0m50	0m90
Gypse	0m70	0m30
Marne	0m15	0m05
Gypse	0m80	0m55
	7m15	7m65

La production des lits cristallisés est due à la plus grande lenteur de l'évaporation dans la lagune.

Les lits cristallisés sont parfois ondulés ; ils se sont vraisemblablement déposés dans cette position.

Les surfaces de séparation des divers bancs présentent souvent des rides indiquant une émersion ou une eau peu profonde.

Les gypses de la masse moyenne ne renferment qu'exceptionnellement des ossements de mammifères ; plus souvent on y a signalé des ossements de tortues, de crocodiles, et des bois fossiles.

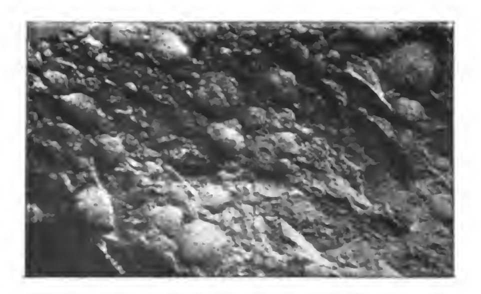


Fig. 3. — Marne à Lucina inornata.

La marne n° 3 est fossilifère. Goubert a signalé son existence à Argenteuil en 1860, et elle y est encore bien visible aujourd'hui ; c'est une marne jaune rougeâtre, devenant blanche par dessiccation, et pouvant être fendue, dans ce dernier cas, en feuillets plans ou légèrement conchoïdes ; elle présente un grand nombre de trous de vers ; certains lits sont absolument pétris de *Lucina inornata* : on y a trouvé encore *Corbulomya Nysti*, *Corbula subpisum*, *Nucula Lyellana*. Cette couche est peu fossilifère à Noisy-le-Sec : elle présente cependant une très grande extension dans le bassin de Paris, surtout à l'est. La figure 3 représente un échantillon de cette marne à lucines.

La marne n° 6 a fourni quelques rares empreintes de turritelles mal conservées, attribuées à la *Turritella incerta* ; c'est

une marne bleue, devenant jaune par oxydation, utilisée parfois pour la fabrication du ciment.

Les marnes nos 18, 19 ne contiennent pas de fossiles.

Marnes séparant la masse moyenne de la masse supérieure.

PLATRIÈRE DES CLOVIERS A ARGENTEUIL

		Masse supérieure de gypse.
7	1.40	Marne grise très irrégulière, tantôt calcaire, tantôt gypsifère.
6	0.20	Lits minces de gypse marneux.
5	0 20	Marne gypsifère.
4	0.40	Marne argileuse molle bleue, devenant jaune par peroxydation, avec nombreuses taches brunes.
3	0.40	Gypse marneux.
2	0.55	Marne avec petits cristaux de gypse.
1	1.15	Marne blanche contenant un lit de gros silex ménilite à 0.85 de la base, et un lit discontinu de silex plus petits, à 0.60 de la base.
		Masse moyenne de gypse.

PLATRIÈRE DU GOULET A NOISY-LE-SEC.

		Masse supérieure de gypse.
10	1.50	Marne grise très irrégulière, tantôt calcaire, tantôt gypsifère, avec gros fers de lance orientés dans toutes les directions, surtout à 0,50 de la base.
9	0.30	Marne argileuse molle verdâtre.
8	0.05	Lit discontinu de marne avec gros fers de lance.
7	0.55	Marne argileuse molle verdâtre.
6	0.80	Gypse marneux.
5	0.60	Marne blanche.
4	0.05	Marne brune feuilletée.
3	0.15	Marne blanche.
2	0.05	Marne brune feuilletée.
1	0.25	Calcaire marneux assez dur.
		Masse moyenne de gypse.

L'épaisseur de ces marnes atteint 4m30 à la carrière des Claviers comme à celle du Goulet. La succession des couches est assez différente dans le détail, mais il est facile de relever leur correspondance.

Les couches 1 et 2 des Cloviers, 1 à 5 du Goulet, constituent la *marne à silex ménilite;* celle-ci présente de grandes cas-

sures verticales tapissées de dendrites, et est utilisée fréquemment pour la fabrication de la chaux.

Les silex ménilite n'existent que par places dans cette couche ; à Argenteuil, nous en connaissons deux lits dans la plâtrière des Cloviers, nous n'en avons pas trouvé dans la plâtrière de Vollambert ; nous n'en avons pas trouvé non plus, ni à Noisy-le-Sec, ni à Romainville. Les silex ménilite sont constitués par de l'opale concrétionnée avec un peu d'argile et de magnésite. Ils se sont formés par concentration moléculaire au milieu de la marne, après le dépôt de celle-ci.

Les couches 3 des Cloviers et 6 du Goulet représentent un banc de gypse marneux, qui est parfois utilisé pour la fabrication du plâtre, par mélange avec le gypse plus pur des diverses masses.

Les couches 4 des Cloviers, 7 à 9 du Goulet sont formées d'argile smectite, utilisée autrefois comme pierre à détacher. On y a signalé, dans certaines localités comme Montmartre, la présence de nodules de sulfate de strontiane.

Les couches 5 à 7 d'Argenteuil, 10 du Goulet sont des marnes déposées dans des lagunes d'évaporation peu propres à la vie ; cependant Goubert y a trouvé, en 1860, au pied du fort de Romainville, dans une plâtrière de Pantin, abandonnée aujourd'hui, quelques rares échantillons mal conservés de *Potamides tricarinatus*, et *Cerithium pleurotomoides* (*Batillaria*).

C'est dans cette couche que se trouvent les plus gros fers de lance ; ils n'existent d'ailleurs que par places ; on n'en trouve pas à Argenteuil ; ils sont, au contraire, remarquablement développés à Noisy-le-Sec et à Romainville. Ces fers de lance sont formés de cristaux mâclés, unis suivant la face $a^{1/2}$ et clivés suivant la face g^1. Les cristaux paraissent postérieurs au dépôt de la marne dans laquelle ils se trouvent.

Masse supérieure de gypse.

Platrière des Cloviers, a Argenteuil.

		Marnes bleues.
14	13.10	Bancs de gypse saccharoïde.
13	0.01	Lit argileux très mince ondulé.

12	0.80	Gypse saccharoïde avec petits lits marneux, ondulés, discontinus.
11	0.50	Gypse saccharoïde tendre.
10	0.05	Lit ondulé de marne verdâtre.
9	0.50	Gypse saccharoïde.
8	0.01	Lit argileux ondulé discontinu.
7	0.40	Gypse saccharoïde
6	0.01	Lit argileux ondulé.
5	0.40	Gypse saccharoïde avec parties marneuses.
4	0.02	Argile brune feuilletée.
3	0.30	Gypse tendre, contenant à la base des parties marneuses.
2	0.25	Gypse marneux, avec petit cordon de cristaux à la base.
1	0.50	Gypse tendre avec parties marneuses et petits cordons de cristaux.
		Marnes séparant la masse moyenne de la masse supérieure.

Platrière du Parc a Romainville

		Marnes bleues.
9	15 15	Bancs de gypse saccharoïde.
8	0.02	Lit argileux.
7	0.23	Gypse saccharoïde tendre.
6	0.10	Marne avec trous de vers remplis de gypse.
5	0.10	Gypse saccharoïde tendre.
4	0.10	Marne blanche avec nodules de gypse saccharoïde et fers de lance.
3	0.30	Gypse saccharoïde tendre.
2	0.10	Marne blanche.
1	0.40	Gypse saccharoïde tendre.
		Marnes séparant la masse moyenne de la masse supérieure.

L'épaisseur totale de la masse supérieure est de 18m85 à la plâtrière des Cloviers; de 16m50 à celle du Parc.

Les couches de base 1 à 13 des Cloviers, 1 à 8 du Parc, sont formées surtout de gypses marneux et se relient intimement aux marnes sous-jacentes. A mesure qu'on s'élève, la proportion de marne va en diminuant, et on finit par arriver à un régime lagunaire remarquablement stable, qui a amené le dépôt d'une épaisseur considérable de gypse sans intercalation marneuse (couche 14 des Cloviers, 9 du Parc).

Il a paru inutile de donner ici la coupe détaillée de cette grande épaisseur de gypse; vers la base, le gypse est dur et les surfaces de séparation sont planes; vers le haut, le gypse est tendre, et les surfaces de séparation sont ondulées. Ce gypse est entièrement saccharoïde. A peine peut-on signaler,

à la plâtrière des Cloviers, deux cordons cristallisés très minces, dans la partie supérieure. Le gypse présente, sauf dans le haut, des cassures verticales de retrait, qui ont, parfois, fait donner à la masse le nom de *hauts piliers*. On la désigne encore sous le nom de *première masse, haute masse*, ou *haute carrière*.

C'est dans la masse supérieure de gypse que se trouvent principalement les ossements de vertébrés qui ont donné lieu aux célèbres travaux de Cuvier ; les pachydermes des genres *Palæotherium* et *Anoplotherium* sont les plus nombreux.

Desnoyers a signalé des empreintes de pas dans la surface de séparation des divers bancs.

C'est la masse supérieure qui fournit la majeure partie du plâtre produit dans le bassin de Paris.

Les phénomènes de dissolution qui se sont produits dans cette masse et dans les masses sous-jacentes ont déterminé la production de poches considérables. La plupart sont remplies de sables stampiens, même dans les points où ceux-ci ont été enlevés par érosion, ce qui indique qu'elles sont ante-pleistocènes.

Au voisinage des affleurements, le sommet de la haute masse présente de grandes inégalités tout-à-fait analogues aux *lapiaz* des plateaux calcaires.

Les irrégularités du sommet de la masse sont remplies par un limon pleistocène qui a fourni de nombreux ossements de mammifères.

Marnes bleues.

Platrière de Vollambert, a Argenteuil (Fig. 2).

		Marnes blanches.
16	0.40	Marne blanche feuilletée.
15	0.60	Marne verdâtre.
14	0.40	Marne verte argileuse.
13	2.70	Marne bleue argileuse.
12	0.60	Marne bleue dure à cassure conchoïde.
11	0,80	Marne bleue argileuse, jaune à la base.
10	0.40	Gypse marneux.
9	1.20	Marne bleue, jaune à la partie supérieure.
8	0.10	Gypse marneux discontinu.

7	0.45	Marne bleue avec nombreux petits cordons de gypse marneux.
6	0.10	Alternance de filets minces de gypse et de marne.
5	0 55	Marne bleue avec lits minces de gypse et de pyrite de fer.
4	0.10	Alternance de filets minces de gypse et de marne.
3	0.70	Marne bleue, jaune à la partie inférieure.
2	0 25	Gypse saccharoïde.
1	0 75	Marne jaune feuilletée, avec quelques parties bleues.
		Masse supérieure de gypse.

PLATRIÈRE DU PARC, A ROMAINVILLE.

		Marnes blanches.
16	0.50	Marne dure gris bleu.
15	0.90	Marne verte à cassure conchoïde.
14	0 30	Marne verte argileuse.
13	4.90	Marne bleue argileuse.
12	0 70	Marne bleue dure à cassure conchoïde.
11	1.65	Marne bleue argileuse avec petits cordons de gypse marneux.
10	0.50	Gypse marneux.
9	1.20	Marne bleue, jaune au voisinage des diaclases.
8	0.20	Gypse tendre.
7	0.30	Marne bleue argileuse avec lits discontinus de marne gypsifère jaune.
5	0.40	Gypse marneux.
5	0.20	Marne bleue argileuse;
4	0.20	Gypse saccharoïde.
3	1.00	Marne argileuse jaune.
2	0.25	Gypse tendre.
1	0.75	Marne argileuse jaune avec nombreux lits minces de marne gypsifère.
		Masse supérieure de gypse.

L'épaisseur des marnes bleues est de 10m10 à la plâtrière de Vollambert et de 13m90 à la plâtrière du Parc.

Tout d'abord des bancs de gypse fréquents intercalés dans les marnes, montrent une tendance à la formation périodique de lagunes d'évaporation de faible durée, puis à mesure qu'on s'élève dans la série, les bancs de gypse deviennent de plus en plus rares.

Ces bancs de gypse présentent à la plâtrière de Vollambert plusieurs plissements intéressants, résultant de la formation dans la masse supérieure de poches de dissolution remplies ensuite par les marnes.

Les marnes, bleues au moment de leur dépôt, deviennent jaunes par peroxydation, la pyrite qu'elles renferment se

transformant en oxyde de fer. Cette peroxydation s'opère surtout par la circulation des eaux ; aussi voit-on les parties jaunes se produire au voisinage, d'une part, des diaclases, d'autre part des lits de gypse.

Les marnes bleues sont en réalité des vases déposées dans des marais sans profondeur ; elles sont très pauvres en fossiles ; on n'y trouve que des *Sphæroma margarum* et de rares *Nystia plicata*.

Cette assise est fort peu utilisée industriellement ; parfois cependant, on fait de mauvaises briques avec les marnes les plus argileuses : les marnes les plus calcaires sont souvent employées pour l'amendement des terres.

Marnes blanches

PLATRIÈRE DE VOLLAMBERT A ARGENTEUIL	Épaisseur	N° des Assises	Épaisseur	PLATRIÈRE DU PARC A ROMAINVILLE
		GLAISES VERTES		
Gypse marneux.	1.30	6	0.30	Marne avec oxyde de fer, résidu de la dissolution d'un banc de gypse.
Calcaire marneux blanc.	0.20	5	0.25	Marne blanche.
Marne grisâtre compacte.	1.00	4	1.05	Marne grisâtre compacte.
Marne verdâtre.	0.20	3	0.40	Marne verdâtre.
Gypse saccharoïde.	0.20	2	0.10	Marne avec oxyde de fer, résidu de la dissolution d'un banc de gypse.
Marne grisâtre à cassure conchoïde.	2.00	1	1.10	Marne grisâtre à cassure conchoïde avec lit pétri de *Limnæa strigosa* et autres fossiles.
		MARNES BLEUES		

Les marnes blanches ont une puissance de :

$4^{m}90$ à la plâtrière de Vollambert,
$3^{m}20$ à la plâtrière du Parc.

La formation débute par une marne grise utilisée pour la fabrication du ciment, qui, à Romainville, renferme des nombreux ossements de mammifères, *Xiphodon gracile* et rongeurs, et un cordon pétri de fossiles parmi lesquels on

doit citer : *Limnæa strigosa*, *Planorbis lens*, *Planorbis rotundatus* (variété), *Melanopsis carinata*, *Chara Tournoueri*. Cette couche est fossilifère sur une très grande étendue du bassin de Paris ; toutefois, à Argenteuil, les fossiles sont rares.

Les marnes des assises 4 et 5 sont utilisées pour la fabrication de la chaux.

Il y a eu encore, à l'époque des marnes blanches, des lagunes d'évaporation dans lesquelles se sont déposés les bancs de gypse, 2 et 6; dans la plâtrière du Parc, à Romainville, le gypse a été presque complètement dissous, mais il suffit d'aller à 500^{m} de là, dans la plâtrière de Béthisy, pour retrouver des bancs de gypse analogues à ceux d'Argenteuil.

Glaises vertes

PLATRIÈRE DE VOLLAMBERT A ARGENTEUIL	Épaisseur	N° des Assises	Épaisseur	PLATRIÈRE DU PARC A ROMAINVILLE
Marnes marines d'Argenteuil				**Calcaire de Brie**
Glaise verte.	0.70	4	0.40	Glaise verte avec lit irrégulier de marne blanche vers le milieu.
Marne blanche avec quelques limnées.	0.40	3	1.00	Alternances de calcaires marneux avec nytia, ou de gypse pulvérulent et d'argile brune.
Glaise verte compacte parfois stratifiée et alternant avec des lits de sable fin.	4.00	2	5.70	Glaise verte compacte avec cordons de gypse et lits de sable fin.
Glaise brune stratifiée avec nombreux petits lits de gypse contenant *Cyrena convexa*, près de la base, *Psammobia plana*, près du sommet.	1.50	1	1.80	Glaise bleue stratifiée, parfois brune, renfermant un très grand nombre de lits fossilifères, *Cyrena convexa*, *Psammobia plana*, etc.
		A	0.10	Couche ondulée de sulfate de strontiane.
MARNES BLANCHES				

L'épaisseur des glaises vertes est de 6,60 à la carrière de Vollambert, de 9^{m}.00 à la carrière du Parc.

La formation débute à la carrière du Parc, à Romainville, par une couche ondulée A de sulfate de strontiane d'environ $0^m,10$ d'épaisseur qui n'existe pas à Argenteuil. Cette couche est postérieure au dépôt des marnes qui la surmontent, car elle les a fortement plissées. Il est probable que le sulfate de strontiane provient des glaises vertes (couche 2), a été entraîné par les eaux malgré son peu de solubilité, et s'est déposé plus bas, peut-être par suite de la rencontre d'un banc de gypse.



Fig. 4. — Marne à Cyrena convexa.

La couche 1 est l'assise bien connue des *marnes à Cyrènes*, qui fournit un point de repère des plus précieux dans presque toute l'étendue du bassin de Paris. A Argenteuil, les feuillets pétris de *Cyrena convexa* se trouvent à une dizaine de centimètres de la base, tandis que près du sommet on trouve des feuillets pétris de *Psammobia plana* et *Cerithium plicatum*. A Romainville, les fossiles sont plus nombreux et plus variés ; il y a au moins une vingtaine de lits fossilifères ; outre les *Cyrena convexa*, *Psammobia plana* et *Cerithium plicatum* (granulolabium), on trouve des *débris*

de Poissons, des Cypris, des *Sphæroma margarum*, des *Nystia plicata*, des *Planorbis*. — La figure 4 montre l'aspect des couches à *Cyrena convexa*.

Les marnes à Cyrènes sont bleues dans la plâtrière du Parc; elles contiennent des lits de pyrite et présentent de très beaux phénomènes de retrait, indiquant que les couches se sont déposées dans des lagunes sans profondeur, et ont fréquemment été émergées. Dans la plâtrière voisine de Béthisy, à Romainville, les marnes ont été peroxydées, sont brunes, et alternent avec des lits minces de gypse ; il en est de même à la plâtrière de Vollambert à Argenteuil. Ces lits minces de gypse sont plissés et suivent parfois des diaclases, ce qui indique qu'ils sont postérieurs. Ils proviennent, soit de l'oxydation de la pyrite, soit d'une évaporation lagunaire, avec remise en mouvement par les eaux d'infiltration.

Les marnes à Cyrènes ont peu d'applications industrielles ; à peine arrive-t-on à en faire de mauvaises briques.

La couche 2 constitue les *glaises vertes* proprement dites ; c'est une argile d'un vert franc, d'ordinaire faiblement effervescente, parfois assez chargée de calcaire; la stratification n'est visible que dans certaines parties formées d'alternances de lits minces d'argile et de sables quartzeux. La présence de ces sables indique que les lagunes dans lesquelles se déposaient les glaises vertes, étaient parfois envahies par des courants plus rapides. Les fossiles sont très rares; M. Munier-Chalmas a trouvé cependant quelques *Cyrena convexa* au voisinage de ces lits sableux.

Les glaises vertes sont exploitées sur une grande échelle pour la fabrication des briques et tuiles.

Parfois, les glaises vertes comprennent de gros nodules de sulfate de strontiane (célestine) ayant la forme d'un ellipsoïde aplati de plusieurs décimètres de diamètre, les uns pleins, les autres géodiques. Leur cassure présente l'apparence d'un grès ; ils se brisent souvent par le choc en écailles concentriques. Ces nodules sont très rares à Argenteuil ; ils forment, au contraire, un véritable cordon à la plâtrière de Béthisy, à Romainville.

Ils se sont formés postérieurement au dépôt des glaises vertes par concentration d'une petite quantité de sulfate de strontiane, répartie dans le dépôt, comme produit d'évapo-

ration lagunaire. Ils sont constitués presque uniquement par de la célestine plus ou moins finement grenue, avec un peu de calcite. Il ont été parfois utilisés pour la pyrotechnie.

Il ne faudrait pas croire que tous les nodules des glaises vertes sont formés de sulfate de strontiane. Dans beaucoup de localités, ils ont été considérés comme tels, alors qu'ils sont uniquement constitués par de la calcite, englobant un peu d'argile verte et de gypse ; ils présentent ordinairement des fentes de retrait, ayant la forme de calottes sphériques, recouvertes de rhomboèdres transparents de calcite.

La couche 3 est, à Argenteuil, une assise de marne blanche où nous avons trouvé des limnées mal conservées paraissant se rapprocher de la *Limnœa strigosa* ; elle est surmontée par une épaisseur de 0,70 de glaise verte (couche 4), tout-à-fait analogue comme composition à la couche 2.

A Romainville, la couche 3 a une constitution moins simple ; elle est formée d'alternances de calcaires marneux ou de gypse pulvérulent et d'argile brune ; les calcaires renfermant quelques *Nystia*.

Calcaire de Brie et Marnes marines d'Argenteuil

PLATRIÈRE DE VOLLAMBERT A ARGENTEUIL.

Stampien

6	1.30	Argile sableuse verdâtre avec *Cytherea incrassata* et nombreux fossiles.
5	0 40	Marne brune pétrie de fossiles.
4	1.10	Calcaire sableux verdâtre.
3	0.10	Marne sableuse verdâtre.
2	1 00	Alternances de calcaire compact et de marne sableuse.
1	2. »	Alternance de gypse marneuse très tendre et de marne sableuse verdâtre.
		Glaises vertes.

L'épaisseur totale de la formation est de 5m90.

Les phénomènes d'évaporation lagunaire se continuent encore dans la couche 1 ; le gypse déposé a été dissous au voisinage des diaclases, en sorte qu'il forme aujourd'hui une série de lentilles plutôt qu'un banc continu.

Les couches suivantes ne sont plus laguno-saumâtres, mais laguno-marines : on trouve à leur partie supérieure *Cytherea incrassata*, *Cerithium plicatum* (granulolabium), des *Tellina*, des *Cardium*, etc.

A Romainville, ces assises sont représentées par des couches laguno-lacustres de calcaire de Brie ; la coupe des plâtrières ne s'étend pas jusqu'au commencement du Stampien. On observe là, au-dessus des glaises vertes, des alternances de calcaire et d'argile brune, et des silex ou des calcaires très siliceux renfermant *Limnœa Tombecki*, et *Planorbis Prevostinus*.

Stampien

PLATRIÈRE DE VOLLAMBERT A ARGENTEUIL

		Sables quartzeux.
9	0.35	Calcaire pétri d'*Ostrea cyathula*.
8	1.80	Marne sableuse verdâtre contenant quelques *Ostrea cyathula*.
7	0.20	Calcaire marneux blanc pétri d'*Ostrea cyathula*.
6	0.15	Argile brune feuilletée avec empreintes végétales.
5	0.08	Calcaire siliceux très dur.
4	0.02	Lit d'argile sableuse.
3	0.30	Calcaire aréno-quartzifère pétri de moules de fossiles (faune de Jeurre).
2	0.40	Argile sableuse verdâtre.
1	0.18	Calcaire siliceux très-dur avec *Ostrea longirostris* à la base.
		Sannoisien.

Comme on le voit, nous faisons débuter le Stampien par l'apparition de l'*Ostrea longirostris* (couche 1). L'*Ostrea cyathula* n'apparaît qu'un peu plus haut dans la couche 3. Cette couche 3 renferme en même temps, à l'état de moules, une faune relativement riche, correspondant à l'horizon de Jeurre. Les espèces les plus communes sont : *Ostrea cyathula*, *Cerithium plicatum*, *Cerithium trochleare* (*Tympanotomus*), *Cytherea incrassata*, *Natica crassatina*.

Par dessus, viennent d'autres couches à *Ostrea cyathula* (nos 7 à 9).

La coupe de la carrière se termine par des sables quartzeux de Fontainebleau sans fossiles. Il faudrait aller à quelques kilomètres de là, sur le plateau de Sannois, pour les trouver complets, et surmontés par les meulières de Beauce.

A Romainville, les coupes des plâtrières ne montrent pas le Stampien, mais il existe sur le plateau, près de la porte du fort de Romainville, des grès fossilifères contenant, à l'état de moules, *Cerithium plicatum*. *Cerithium conjunctum*, *Cythe-*

rea incrassata, *Cytherea splendida*, *Pectunculus obovatus* ; cette faune représente l'horizon de Pierrefitte. Les assises ne sont malheureusement plus guère visibles aujourd'hui.

CONCLUSIONS

En résumé, les deux excursions d'Argenteuil et de Romainville montrent à peu près les mêmes terrains, mais si la constitution du ludien est analogue dans les deux régions, celles du sannoisien et du stampien sont très différentes. L'épaisseur considérable des terrains visibles dans les plâtrières nous obligera à consacrer une journée à chacune de ces excursions.

VUE DE LA PLATRIÈRE VOLLAMBERT A ARGENTEUIL.

PL. I

A. Masse moyenne de gypse.
B. Marne séparant la masse moyenne de la masse supérieure.
C. Masse supérieure de gypse.
D. Marnes bleues.
E. Marnes blanches.
F. Glaises vertes.
G. Marnes marines d'Argenteuil

VUE DE LA PLATRIÈRE DU PARC A ROMAINVILLE.

PL. II



A. Masse moyenne de gypse.
B. Marnes séparant la masse moyenne de la masse supérieure.
C. Masse supérieure de gypse.
D. Marnes bleues.
E. Marnes blanches.
F. Glaises vertes.
G. Calcaire de Brie.

N° VIII^{b}

VISITE DES TRAVAUX DE

CAPTAGE DES SOURCES DES VALLÉES DU LOING ET DU LUNAIN

Montigny-sur-Loing (Seine-et-Marne)

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE M. LÉON JANET

Notice de M. Léon JANET

L'excursion de Montigny-sur-Loing (Seine-et-Marne) a pour but de permettre aux congressistes d'examiner certaines des sources récemment captées par la Ville de Paris dans les vallées du Loing et du Lunain.

M. Bechmann, Ingénieur en chef du service des eaux et de l'assainissement de la ville de Paris, a bien voulu autoriser cette visite.

Jusqu'alors, pour le captage des sources d'eaux potables, on s'était borné à bien nettoyer les bassins d'émergence, à les entourer de pavillons couverts, fermés à clef, et à tenir, autant que possible, le plan d'eau dans le bassin d'émergence au-dessus du niveau des eaux voisines.

Il peut arriver que les eaux venant d'une nappe relativement profonde, se mélangent, dans leur trajet entre leur gisement géologique et leur émergence, avec des eaux superficielles de qualité inférieure. Pour éviter cette contamination, il convient d'aller, autant que possible, chercher l'eau dans son gisement géologique et de l'amener au jour par un canal imperméable.

Certaines des sources à capter dans les vallées du Loing et du Lunain se faisaient jour à travers un épais manteau d'alluvions et jaillissaient au milieu de terrains marécageux,

inondés parfois par les crues des rivières. Il paraissait si difficile de les mettre à l'abri des contaminations, que le Comité consultatif d'hygiène avait conclu à leur abandon. Cependant la nécessité d'augmenter rapidement le volume d'eau de source disponible avait fait autoriser leur adduction.

Le service des Eaux de la ville de Paris, reconnaissant les difficultés du problème, nous a demandé notre avis au sujet du mode de captage à appliquer ; les travaux d'exécution sont actuellement en cours.

Les sources en question forment deux groupes, celles des Bignons de Bourron et du Sel dans la vallée du Loing, et celles de Saint-Thomas et des Bignons du Coignet dans la vallée du Lunain.

Les vallées du Loing et du Lunain au droit de ces sources, ont été creusées dans la craie blanche (*étage sénonien*), et dans les assises tertiaires, constituées principalement, en partant de la base, par des argiles accompagnées de conglomérats atteignant une grande épaisseur près de Nemours, mais très réduits ici (*étage sparnacien*), puis par des travertins siliceux bréchiformes, parfois marneux et tendres, mais le plus souvent très durs, puissants d'environ 30 m., surmontés par des calcaires *sannoisiens*, exploités sous le nom de pierre de Souppes ou de Château-Landon.

Les travertins siliceux intercalés entre les étages *sparnacien* et *sannoisien* avaient, jusqu'à présent, été, à cause de leur aspect lithologique, considérés comme ludiens ; mais la découverte que nous avons faite en 1899 (1) de fossiles (*limnæa longiscata*, *Planorbis goniobasis*), dans un banc se trouvent à 10 mètres au-dessus de l'argile *sparnacienne*, a montré que les 20 ou 25 mètres de calcaire siliceux et marneux se trouvant au-dessus devaient seuls être maintenus dans le *Ludien*, et que les calcaires existant au-dessous représentaient le *Bartonien* seul, ou associé au *Lutétien*.

Ces assises géologiques, à peu près horizontales, se relèvent cependant nettement vers l'est.

Les alluvions sont constituées, à la base, par un diluvium pléistocène, composé de sables plus ou moins grossiers et de graviers roulés dont les éléments comprennent des silex

(1) Voir Bulletin de la Société Géologique de France, année 1899. Tome XXVII. 3e Série, page 590.

de la craie très nombreux, quelques fragments de grès de Fontainebleau, et de calcaires siliceux *ludiens* ou *sannoisiens*. On trouve, dans le diluvium de la vallée du Loing, de gros blocs de conglomérat *sparnacien* de Nemours.

Le diluvium pléistocène est recouvert par une couche de tourbe d'âge relativement très récent. Il repose sur une couche de craie jaune remaniée au-dessous de laquelle on trouve la craie sénonienne en place.

Les eaux des sources qui nous occupent circulent dans des diaclases de la craie sénonienne et se font jour à travers la craie remaniée et les alluvions.

Le bassin d'alimentation de ces sources est inconnu. On a dit que certaines sources de la vallée du Lunain n'étaient que les réapparitions des pertes de la rivière supérieure, mais le fait ainsi présenté paraît inexact et tout ce que l'on peut avancer avec quelque vraisemblance, c'est que les pertes de la rivière du Lunain contribuent dans une certaine mesure, à alimenter la nappe de la craie donnant naissance à ces sources. Aucune perte n'a été, à notre connaissance, signalée dans la vallée du Loing.

C'est à dessein que nous employons le mot nappe, bien que cette craie soit imperméable quand elle est compacte, car les diaclases sont si rapprochées les unes des autres qu'il est rare qu'un puits d'eau potable d'un mètre de diamètre n'en rencontre pas.

Un bon captage devait consister nécessairement, à notre avis, à aller chercher les eaux dans la craie, et à les amener au jour par des conduits tubés ou cimentés dans la traversée des alluvions et de la craie remaniée, de manière à les garantir rigoureusement contre le contact des eaux circulant dans les graviers, qui peuvent être souillées par mélange avec les eaux du Loing ou du Lunain, ou avec les eaux très contaminées des marais au milieu desquels jaillissent des sources, ou enfin avec les eaux pluviales tombant dans le voisinage. La présence de la couche de tourbe existant à la surface du sol ne peut donner qu'une garantie incomplète ; on ne la trouve d'ailleurs pas toujours au fond des marais voisins des sources.

Nous allons examiner succinctement ce qui a été fait pour les diverses sources.

Source du Sel

C'est une petit source située dans la vallée du Loing, sur le territoire de la commune de Bourron, donnant une vingtaine de litres à la seconde.

Deux sondages d'essai de 8 centimètres de diamètre ont été d'abord entrepris pour reconnaître le terrain ; nous donnons la coupe des terrains rencontrés par l'un d'eux :

Cote du terrain (53.46)	
Tourbe	3.30
Sables et graviers	2.60
Sable argileux	0.20
Sables et graviers	1.95
Sable fin	2.75
Craie jaune remaniée	7.30
Craie blanche avec silex	6.25
Profondeur totale	24.35

A la profondeur de 13^m80 le sondage a donné de l'eau jaillissante. Le jaillissement a continué jusqu'à la fin du sondage.

L'épaisseur des alluvions est ici de 10^m80.

Un second sondage d'essai ayant rencontré les terrains analogues et donné également de l'eau jaillissante, il a paru rationnel d'essayer d'effectuer le captage au moyen de forages tubés de 0^m20 de diamètre.

Sept forages semblables ont été pratiqués au voisinage de chacune des émergences et descendus jusqu'à 22 mètres de profondeur. Ils ont tous donné de l'eau jaillissante. Le volume d'eau disponible paraît atteindre environ 30 litres à la seconde, alors que les jaugeages effectués sur la source n'avaient fait ressortir qu'un volume de 20 litres.

Source des Bignons de Bourron

Elle se trouve à quelques centaines de mètres de la Source du Sel, dans une situation géologique analogue. Son débit était de 20 litres à la seconde. Un forage de 0^m08 de diamètre, pratiqué au voisinage, a donné les résultats suivants :

Cote du terrain (54m56).

Tourbe	3.80
Sable fin	1.50
Sables et graviers	3.70
Graviers	0.65
Sables et graviers	1.45
Craie jaune remaniée à la partie supérieure	7.90
Craie blanche avec silex	9.15
	28.15

A la profondeur de 12m60 le sondage a donné de l'eau jaillissante. Le jaillissement a continué jusqu'à la fin.

Un autre sondage, entrepris à côté du premier, rencontra des terrains analogues, mais fut poussé jusqu'à 36 mètres de profondeur sans donner d'eau jaillissante.

Les diaclases de la craie paraissant dès lors moins rapprochées que pour la source du Sel, on résolut d'opérer le captage au moyen d'un puits de grande section, devant, au besoin, être complété par des galeries horizontales pratiquées dans la craie, perpendiculairement à la direction des cassures.

Ce puits de 3 mètres de diamètre intérieur fut descendu avec les plus grandes difficultés, jusqu'à la profondeur de 7 mètres. Le volume d'eau à épuiser était de 150 litres à la seconde environ. A partir de ce moment, l'afflux des sables par-dessous le rouet devint tel que celui-ci ne descendit plus, quelque fût le cube de déblais extrait. On résolut alors d'abandonner ce puits qui n'aurait pu être continué que par l'emploi de l'air comprimé ou de la congélation et d'essayer de faire le captage par des forages de 0m20 de diamètre, comme à la source du Sel. Ces travaux sont en cours d'exécution actuellement (mars 1900). Un de ces forages a rencontré à la profondeur de 25m60, dans la craie blanche à silex, une large diaclase d'où l'eau a jailli en abondance. — Le débit de ce forage est de 20 litres à la seconde.

Source de Saint-Thomas

Elle se trouve dans la vallée du Lunain, à quelques kilomètres en amont de son confluent avec le Loing. Son débit était de 180 litres à la seconde.

Quatre sondages pratiqués autour du bassin de la source ont montré que l'épaisseur des alluvions n'était que de 4 à 5 mètres.

Il a été décidé de faire le captage au moyen d'un puits de 3 mètres de diamètre intérieur, placé dans le bassin même de la source. Ce puits, descendu jusqu'à 8^{m}70 de profondeur, a rencontré une large fissure de la craie remplie de silex d'où l'eau s'échappait en abondance. L'épuisement était d'environ 200 litres à la seconde.

Les terrains traversés ont été les suivants :

Cote du sol (56.94).

Tourbe	1.90
Sables et graviers	2.10
Craie jaune remaniée à la partie supérieure	1.95
Craie blanche avec silex	2.75
Profondeur totale	8.70

Source des Bignons du Coignet

Elle se trouve à quelques centaines de mètres en amont de la précédente ; son débit était de 90 litres par seconde.

Six sondages pratiqués autour du bassin de la source ont indiqué une épaisseur d'alluvions variant de 5 à 6 mètres.

Le captage a été fait comme à Saint-Thomas par un puits qui a rencontré dans la craie une large fissure d'où l'eau jaillissait abondamment. L'épuisement était d'environ 120 litres à la seconde.

Les terrains traversés ont été les suivants :

Cote du sol (57.80).

Tourbe	1.90
Sables et graviers	3.50
Craie jaune remaniée à la partie supérieure	5.05
Craie blanche compacte	1.65
Profondeur totale	12.10

Pour éviter, autant que possible, les communications entre la nappe de la craie et la nappe des alluvions, les anciennes émergences ont été bouchées par un corroi d'argile.

PARC DE GRIGNON

GISEMENT ÉOCÈNE MOYEN (CALCAIRE GROSSIER)

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. Stanislas MEUNIER

Il n'y a pas lieu de rappeler la richesse du gisement de Grignon qui était déjà célèbre au siècle dernier et que Cuvier et Brongniart ont décrit dans leurs recherches sur les environs de Paris avant que les paléontologistes n'eussent réuni les innombrables espèces qu'on y rencontre. Mais outre l'intérêt que présente par elle-même cette localité, elle se présentera en 1900 dans des conditions spécialement favorables à une visite fructueuse pour les membres du Congrès.

Nous venons en effet, en vue de l'Exposition, de soumettre à une nouvelle étude le gisement de l'École d'Agriculture, et nos résultats, qui sont résumés sur un plan coloré en relief à l'échelle de 1/1250 c., ont été obtenus à l'aide de fouilles et de coups de sonde, qui ont été pratiqués sur les points les plus variés dans l'enceinte du parc. Ces excavations, entretenues fraîches en vue de la visite de géologues, leur procureront certainement une récolte très abondante.

La région est en outre intéressante au point de vue de la tectonique, mais le temps manquera sans doute aux excursionnistes pour en faire une étude complète.

EXCURSION
AUX ENVIRONS D'ARCUEIL ET DE BAGNEUX

SOUS LA CONDUITE DE

M. G. DOLLFUS (1)

Itinéraire. — Départ de Paris, gare du Luxembourg, à 1 h. Arrivée à la station de La Place à Arcueil à 1 h. 1/2. — Visite de la carrière Imbault, rive gauche de la Bièvre; argile plastique; 1/2 heure.

Carrière du cimetière d'Arcueil : argile plastique, calcaire grossier inférieur, moyen et supérieur; 1 heure; trajet à la gare d'Arcueil-Marchandises, 1/2 heure; contact du calcaire grossier et des sables moyens. Limons. Visite aux carrières Legard à Bagneux, première carrière à ciel ouvert avec : Sables de Fontainebleau, mollasse de Montmartre, argile verte, masses de Gypse (Oligocène) 1 heure, 2e carrière à ciel ouvert. — Limons, masses du Gypse, 1/2 heure, troisième carrière (souterraine), masses du Gypse, calcaire et Gypse de l'étage de Saint-Ouen, 1 heure. Retour à Paris, par tramway, vers 6 heures.

(1) Un compte-rendu détaillé, illustrant ces excursions, a paru au Bulletin de la Société géologique de France, séance du 5 Mars 1900.

EXCURSION
AUX ENVIRONS D'ÉTAMPES

SOUS LA CONDUITE DE

M. G. DOLLFUS

Itinéraire. — Départ par la gare d'Orléans pour la station d'Etréchy, à 49 kil. de Paris, par un train du matin (8 h.).

— Visite à la carrière Vintué — 1200 m., arrêt 20 minutes et retour, ensemble une heure (couches inférieures).

— Trajet pour Jeurs — 3 kil., Grès de Fontainebleau, séjour à la sablière, — ensemble une heure. Traversée de la vallée, visite au gîte de Morigny, 2 kil. (environ 1 heure) : Total 3 h.

— Déjeuner à Morigny de midi à 1 h. 1/2.

— Trajet de Morigny au Faubourg St-Pierre, 2 kil., visite de la carrière Saint Pierre, arrivée à Étampes. — En tout 1 heure.

— Visite de la carrière du Faubourg St-Martin, 2 kil. Calcaire de Beauce, visite 1/2 heure. Montée à la ferme de Ville-Sauvage pour l'examen des sables granitiques, 2 kil. : retour à Estampes 4 kil. (2 heures).

Poche de sables granitiques près le cimetière, détour si temps le permet, 1 heure.

— Retour à Paris pour le dîner (7 h.). En tout 16 kilomètres, et 10 heures d'absence.

— Cet itinéraire est disposé de manière à montrer la suite des couches dans leur ordre naturel, en partant des plus anciennes, pour se terminer aux plus récentes.

EXCURSION

AUX ENVIRONS D'AUVERS-SUR-OISE

SOUS LA CONDUITE DE

M. G. DOLLFUS

Itinéraire. — Départ de Paris, vers midi et demie, Gare du Nord, arrivée à Auvers à une heure et demie. En sortant de la gare d'Auvers on suit au sud la route de Pontoise jusqu'à la Mairie, on s'engage à droite dans un chemin (rue d'Aubigny), qui occupe le fond du ravin des Vallées, vallée sèche dans les sables de Cuise et le calcaire grossier, à deux kilomètres (trajet une demi-heure); à la bifurcation de la première vallée, visite d'une carrière de calcaire grossier (carrière Poussain), arrêt vingt minutes. On monte ensuite sur le plateau et à 300 mètres dans le Bois-du-Roi on arrive à la grande sablière Claudet, sables moyens, niveau inférieur typique, fossiles très abondants et variés, gîte important ; arrêt une heure. Ensuite visite de la carrière de la route d'Hérouville, autre affleurement des sables moyens, distance 400 mètres ; arrêt une demi-heure. Retour à Auvers par le plateau, belle vue de la vallée de l'Oise, accidents dolomitiques du calcaire grossier dans l'escarpement du village, sables de Cuise occasionnels; retour à la gare, deux kilomètres ; trajet et étude, trois quarts d'heure. Durée totale de l'excursion, en y comprenant une heure de chemin de fer à l'aller et la même durée au retour : Cinq heures et demie.

ITINÉRAIRES

Dimanche 19 août. — Gisors, Mont-Javoult, Parnes, sous la conduite de M. Munier-Chalmas.

id. Arcueil-Cachan, Bagneux, Bicêtre, sous la conduite de M. G. Dollfus.

Lundi 20 août. — Beauvais, Pays de Bray, sous la conduite de M. Munier-Chalmas.

id. Argenteuil, sous la conduite de M. Léon Janet.

Mercredi 22 août. — Parc de Grignon, sous la conduite de M. Stanislas Meunier.

Vendredi 24 août. — Cuise-la-Motte, sous la conduite de M. Munier-Chalmas.

id. Captages des sources des vallées du Loing et du Lunain, sous la conduite de M. Léon Janet.

id. Étrechy, Morigny, Étampes, sous la conduite de M. G. Dollfus.

Dimanche 26 août. — Épernay et Mont Bernon, sous la conduite de M. Munier-Chalmas.

id. Romainville, sous la conduite de M. Léon Janet.

id. Méry-sur-Oise, Auvers, sous la conduite de M. G. Dollfus.

IX

BOULONNAIS & NORMANDIE

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

MM. GOSSELET, MUNIER-CHALMAS, PELLAT,
RIGAUX, BIGOT, CAYEUX

PREMIÈRE PARTIE

30 Août au 1er Septembre

Notice de M. GOSSELET

Boulonnais. — Terrains primaires, jurassiques et crétacés : succession des niveaux fossilifères. Tectonique générale, formation du ridement et de la dénudation du Bas-Boulonnais.

DEUXIÈME PARTIE

2 au 3 Septembre

Notice de MM. MUNIER-CHALMAS et Edm. PELLAT

Boulonnais. — Falaises jurassiques de Boulogne.

TROISIÈME PARTIE

4 au 8 Septembre

Notice de M. BIGOT

Normandie. — Étude des falaises jurassiques et crétacées de la Manche. Terrains paléozoïques du Cotentin.

PREMIÈRE PARTIE

BOULONNAIS

NOTICE DE

M. GOSSELET

Le Boulonnais est l'extrémité continentale de la ride de l'Artois ; il se continue à l'O. avec le Weald anglais.

Il constitue un voussoir de l'écorce terrestre dont l'origine remonte à l'âge géologique le plus reculé.

Avant l'époque dévonienne, lorsque la ride du Condros prit naissance au N. de l'Ardenne séparant les bassins de Dinant et de Namur, le Boulonnais forma un large dôme au sud duquel vinrent se déposer les premiers sédiments dévoniens. Les sondages pour la recherche de la houille ont démontré que sous presque tout le Boulonnais, après avoir traversé le Jurassique, on trouve le Silurien. Recouvert en partie par les sédiments dévoniques, et carboniques, le Boulonnais fut émergé après le ridement du Hainaut, avec tous les terrains primaires de l'Ardenne. Les plus anciens sédiments marins secondaires que l'on y rencontre appartiennent au Jurassique et en particulier au Bathonien.

Le terrain jurassique s'arrête au Boulonnais et ne s'étend pas plus loin vers le N.-E. ; tandis que le terrain crétacique a recouvert complètement tout le pays en le débordant dans tous les sens.

Plus tard eut lieu le ridement de l'Artois et la formation de la ride anticlinale dont le Boulonnais fit partie. Puis la couverture crétacée fut enlevée par érosion sur un très large espace. Les couches inférieures mises à nu étant argileuses et sableuses, c'est-à-dire facilement délayables, furent ravinées plus profondément que l'enveloppe crayeuse, de sorte qu'elles

constituent une partie plus basse désignée sous le nom de Bas-Boulonnais. Quant à l'enveloppe crayeuse, elle recula peu à peu en conservant la forme d'une sorte de falaise tournée vers le Bas-Boulonnais.

Toutes les coupes qui seront relevées pendant l'excursion se trouvent sur la planche, à la fin de cette notice.

PREMIÈRE JOURNÉE. — Jeudi 30 août

Horaire de la journée. — Départ de Calais en voiture à 7 heures. — Arrivée à Sangatte à 8 h. Etude du Blanc-Nez— Déjeuner à Escailles, côte de Wissant — Départ en voiture de Wissant pour Pihen — Dîner et coucher à Boulogne.

Carte géologique : Feuilles de Calais et de Boulogne. Carte topographique de l'Etat major : Calais, Boulogne N.-E.

Le cap Blanc-Nez, qui doit faire l'objet de l'excursion de ce jour, est situé à l'extrémité septentrionale de l'enveloppe crayeuse du Boulonnais. La coupe de la falaise de Sangatte-Wissant (Planche, Fig. 1) en expose clairement la structure.

A. *Pleistocène*.

1. Limon brun rempli de gros silex entiers ou brisés et de grès ferrugineux pliocènes. Cette couche pénètre en poches dans la suivante ; cependant la distinction des deux couches, très apparente de loin, est moins facile de près. . . . . 3 à 7m

2. Limon jaune rempli de grains de craie et de silex brisés, à peine usés. Le limon pur, ou simplement crayeux, alterne avec des bancs où les silex abondent. A mesure que l'on approche du Blanc-Nez, on voit augmenter le nombre et la grosseur tant des silex que des morceaux de craie. On trouve par places dans le limon pur des lits qui contiennent des coquilles terrestres : Helix, Succinées, Bulimes. On y a trouvé aussi une dent d'Elephas primigenius . . . . 15 à 25m

3. Sable glauconieux avec lits intercalés de craie en grains ou en blocs irréguliers. On y a recueilli une série de coquilles marines qui vivent actuellement dans le Pas-de-Calais. . . . . 0,20 à 2m

4. Galets de plage parfaitement arrondis. Cette couche n'a que 20 centimètres au pied de l'ancienne falaise de craie, mais son épaisseur augmente rapidement vers l'E. ; elle atteint jusqu'à 2 m. à l'endroit ou le substratum de craie disparait. Plus loin à l'E., la couche de galets s'enfonce sous la plage actuelle. Prestwich dit y avoir trouvé deux galets granitiques.

B. *Pliocène.* — Immédiatement au-dessus du Cap Blanc-Nez on aperçoit les collines dites des Noires Mottes (P) ; elles sont formées de gros sable ferrugineux avec grès ferrugineux. C'est un dépôt bien connu dans la Flandre, où les géologues belges lui ont donné le nom de Diestien. Aux Noires Mottes, comme aux collines de Cassel, sa base est à l'altitude 135. Plus au N.-E., cette couche s'abaisse fortement, elle est à Anvers au niveau de la mer et à Utrecht à 250 m. sous ce niveau.

C. *Craie.* — Les couches supérieures de la craie du Blanc-Nez ne sont pas abordables dans la falaise. Il faut aller les chercher sur le haut de la colline ; cependant on peut les observer dans les blocs qui sont éboulés.

Ces couches de craie de la falaise sont les suivantes :

A. Craie blanche avec silex formant le sommet de la falaise : *Micraster breviporus, Holaster planus, Inoceramus undulatus, I. inæquivalvis, Spondylus spinosus, Terebratula semiglobosa, Rhynchonella plicatilis.*

B. Craie blanche compacte : *Echinoconus subrotundus, Inoceramus Brongniarti, Spondylus spinosus, Terebratulina gracilis, Terebratula semiglobosa* 40m

C. Craie noduleuse grise ou verte : *Inoceramus labiatus, Terebratula semiglobosa, Rhynchonella Cuvieri, Ammonites nodosoïdes, A. rusticus, A. peramplus* 20m

D. Craie blanche dure terminée supérieurement par un banc de marne de 0,50 d'épaisseur, où l'on rencontre particulièrement, sur la plage, *Belemnites plenus*. Les autres fossiles de la couche sont : *Inoceramus virgatus, Magas Geinitzii, Terebratula semiglobosa, Kingena lima, Terebratulina striata, Rhynchonella Grasiana, Rh. Mantelliana, Hemiaster bufo, Micrabacia coronula*. 20m

E. Craie marneuse grise, compacte : *Ammonites varians, A. rothomagensis, Plicatula inflata, Pecten laminosus, Inoceramus virgatus, Rhynchonella Mantelliana, Holaster subglobosus* 20m

F. Craie sableuse à la base, argileuse dans le haut : *Amm. rothomagensis, A. varians, A. Mantelli, Am. falcatus, Turrulites tuberculatus, T. costatus, Terebratula semiglobosa. Kingena lima, Rhynchonella Martini, Inoceramus orbicularis, Holaster subglobosus.*

La base de cette couche est nodulaire ; elle est remplie de *Plocoscyphia meandrina*. 15m

G. Craie glauconifère sableuse, contenant des nodules de phosphate de chaux : *Amm. laticlavius, A. varians, A. Mantelli, A. navicularis, Pleurotomaria gaultina, Inoceramus orbicularis, I. virgatus, Pecten laminosus, Plicatula sigillina, Kingena lima, Terebratulina striata, Rhynchonella Martini, Rh. Grasiana, Epiaster crassissinum, Discoidea subuculus* 3ᵐ

H. Argile marneuse grise : *Ammonites inflatus (rostratus), Inoceramus sulcatus, Pecten Raulinianus, Nucula bivirgata.* 7ᵐ

I. Argile bleue : *Ammonites interruptus, A. Delucii, A. splendeus, Hamites attenuatus, Pleurotomaria gaultina, Nucula pectinata, Inoceramus concentricus* 6ᵐ

Les couches de l'albien (Gault) de Saint-Pot ont été célèbres par les fossiles qu'ils ont fournis. Actuellement les exploitations dont elles étaient l'objet pour la fabrication des tuiles ont complètement cessé. L'argile coule sur toute la falaise, on ne peut plus en observer la coupe et les fossiles y sont devenus très rares.

J. Sable et grès à *Ammonites mamillaris* 4ᵐ
Un lit de nodules de phosphate de chaux contenant : *Am. mamillaris, A. Beudanti, Inoceramus Salomoni*, sépare cette couche de la précédente.

Des exploitations de phosphate de chaux ont eu lieu sur toute la surface de la plage; elles l'ont complètement épuisée.

A partir de Saint-Pot le terrain s'abaisse; le sable des dunes (N) avec une couche de cailloux probablement quaternaire constitue toute la partie supérieure de la falaise dont la hauteur dépasse à peine 5 à 6 m.; souvent même il descend au niveau de la plage.

Les observations deviennent difficiles, interrompues et dépendent de l'état de la plage.

L'escarpement inférieur au sable de la Dune montre l'argile à *Amm. interruptus*, le sable à *Amm. mamillaris*, puis :

K. De l'argile noire avec *Ostrea sinuata* et *O. Leymerii.*

L. De l'argile noire et du grès argileux contenant quelques moules de coquilles marines. Ces couches sont rarement visibles.

Sur cet escarpement de terrain secondaire on voit la coupe

suivante, à peu de distance de l'embouchure du ruisseau d'Audessombre (1) :

1. Sable stratifié.	0,50
2. Sable avec quelques lits tourbeux présentant à sa partie supérieure un fragment de poterie samienne gallo-romaine	1m
3. Sable tourbeux rempli de poteries préromaines et de débris d'ossements	0,20
4. Sable stratifié	0,50 à 1m
5. Tourbe sableuse ou argileuse. Elle ne contient aucune poterie, mais on y trouve de petits silex éclatés et des granules de craie	0,20
6. Sable gris	0,60
7. Sable noirci avec quelques silex	0,30
8. Sable argileux rempli de silex noirs ou blonds, usés, mais non arrondis, avec petits granules de craie	1m
9. Argile sableuse avec petits silex	0,10
10. Argile du gault ou couche inférieure.	

Ces couches se prolongent avec des épaisseurs variées jusqu'au delà du ruisseau d'Audessombre. Près de ce ruisseau on a trouvé au milieu des silex de la couche No 8 un caillou de micaschiste et, non loin de là, M. Demon-Breton, l'illustre peintre qui habite Wissant, a recueilli une dent d'*Elephas primigenius*.

A 300 mètres environ à l'O. de l'embouchure du ruisseau d'Audessombre, on cesse de voir les couches crétacées dans la falaise; elle est uniquement formée par le sable. Mais quand la plage est déblayée, on aperçoit sur la plage une couche de tourbe (M) remplie de fossiles d'eau douce et enveloppant des troncs debout avec leurs racines; on y a trouvé un ossement d'aurochs.

Des tourbes analogues avec restes de forêts se rencontrent tout autour du littoral du Boulonnais et même en Normandie. On y a trouvé, dit-on, en Normandie, une hache de pierre polie.

Ces dépôts n'ayant pu se former au niveau de la mer, tendent à prouver qu'il y a eu affaissement du rivage depuis l'époque néolithique.

(1) Ann. Soc. géol. Nord, XXVIII, p. 143.

DEUXIÈME JOURNÉE. — **Vendredi 31 août**

Horaire de la journée : Départ de Boulogne pour Caffiers à 7 h. 20. Lunch à Ferques. Rentrée à Boulogne. Dîner et coucher à Boulogne.

Carte géologique : Feuille de Boulogne. Carte topographique de l'Etat-Major : Boulogne N.-E.

Le but de la journée est l'étude de la série primaire du Boulonnais. Elle est exposée par deux coupes ; l'une pour le dévonique de Caffiers au Haut-Banc ; l'autre pour le carbonique de Ferques à Blecquenecque.

Coupe de Caffiers au Haut-Banc (Planche, Fig. 2)

A. Silurique. Schistes à Graptolites.

B. Conglomérat gris et schistes rouges ; base du dévonique du Boulonnais reposant en stratification discordante sur le silurique.

C. Grès vert avec débris végétaux (*Lepidodendron Gaspianum* ?).

D. Calcaire de Blacourt. *Cyathophyllum boloniense*, *Strigocephalus Burtini*.

E. Calcaire de la Cédule. *Spirifer Orbelianus*, *Sp. Verneuili*, *Sp. Bouchardi*, *Cyathophyllum cæspitosum*, *Favosites boloniensis*, *Alveolites subæqualis*, et bancs schisteux subordonnés.

F. Schistes avec *Sp. Bouchardi*.

G. Dolomies des Noces : blocs lenticulaires de dolomie intercalés dans des schistes rouges lie de vin.

H. Schistes et calcaire à *Athyris Davidsoni*.

I. Schistes verdâtre et calcaire à *Spirifer Bouchardi*, *Streptorhynchus Bouchardi*, *Leptæna ferquensis*.

J. Schistes rouges et grès avec banc calcaires à *Spirifer Verneuili*, *Streptorhynchus elegans*.

K. Calcaire à *Pentamerus brevirostris*, quelquefois dolomitisé surmonté de schistes rouges.

L. Calcaire de Ferques.

Spirifer Verneuili	*Acervularia Davidsoni*
Atrypa reticularis	*Favosites boloniensis*
Chonetes armata	*Athyris concentrica*
Alveolites subæqualis	*Leptæna Dutertrii*
Sp. Bouchardi	*Aulopora repens*
Streptorhynchus devonicus	*Tecostegites Bouchardi*

M. Schistes rouges presque toujours cachés par la végétation.

N. Grès à Cucullées (*C. Hardingii*, *C. amygdalina*, *C. trapezium*).

Le calcaire carbonifère repose directement sur ces schistes rouges. L'étage Dinantien est incomplet dans le Boulonnais.

les assises inférieures manquent. La couche la plus ancienne (O) est une dolomie encrinitique correspondant à la dolomie de Namur.

Si on pouvait suivre la tranchée du chemin de fer, on verrait successivement les diverses couches du calcaire carbonifère qui surmonte la dolomie :

P Calcaire violacé à *Productus Cora.*
Q. Calcaire blanc ou gris foncé.
R. Calcaire violacé à *Productus Cora.*
S. Calcaire gris avec bancs dolomitiques.
Z. Calcaire en masses irrégulières sans stratification : remplissage de la faille de Ferques.

La dolomie est exploitée pour l'industrie métallurgique dans plusieurs carrières au milieu du village de Ferques.

A l'extrémité de ce village la carrière des Ramonettes est ouverte dans des bancs de calcaires violacés à *Productus Cora* supérieurs à la Dolomie ; on verra mieux ces calcaires le lendemain dans la carrière du Haut banc.

Nous nous dirigeons vers les carrières de Blecquenecque en marchant sur les tranches d'un calcaire gris ou blanc (Calcaire Napoléon) et noir (Calcaire à *Productus giganteus*) (Fig. 3).

On arrive à un ancien puits où on a cherché à tirer de la Houille. On y a trouvé un peu de charbon de mauvaise qualité en nodules irréguliers, au milieu de grès et de schistes (K). Une petite couche de calcaire subordonnée contient des empreintes de *Productus (Productus carbonarius).*

En continuant à marcher vers le Sud on retrouve toute la série du calcaire carbonifère. C'est une portion de l'aile sud du bassin qui a été portée sur le houiller dont elle est séparée par une faille dite Faille de Ferques. Plusieurs sondages traversant le calcaire sont arrivés sur le terrain houiller (1).

La série des calcaires carbonifères exploitée au S. de la faille de Ferques est la suivante :

N. Marbre Napoléon. Calcaire gris clair avec : *Productus undatus, Spirifer glaber, Terebratula elongata.*

(1) D'après M. Olry cette portion de terrain houiller (K^1) serait inclinée vers le Nord, comme à Hardinghen.

G. Marbre de Lunel. Calcaire blanc grisâtre, dolomitique à la partie inférieure. On y trouve associés *Spirifer glaber* et *Productus Cora*. On y trouve encore *Chonetes papillonacea*, *Athyris plano-sulcata*, etc.

E. Calcaire dolomitique gris clair contenant des Polypiers (*Cyathophyllum Lacazii*, des *Syringopora* et le *Productus Cora*.

D. Calcaires violacés avec *Productus Cora* de la carrière Regnier.

H, C. Marbres Henriette et Caroline, de la carrière Randon (ancienne carrière Bézir)

B. Calcaires blanc et gris (marbres taches de puces) de la même carrière

A. Calcaire violacé à *Productus Cora*.

Toutes ces couches sont faiblement inclinées vers le nord.

Elles sont recouvertes par des couches horizontales qui appartiennent au terrain jurassique. Ce sont d'abord des sables, dans lesquels on ne trouve que quelques débris végétaux indéterminables ; ils pénètrent dans des poches creusées à la surface du calcaire et très semblables aux poches où l'on exploite le phosphate de chaux en Picardie.

Les couches supérieures se ploient aussi pour pénétrer dans les poches.

On y observe de haut en bas :

Calcaire oolitique à gros grains *T. globata*, *Rh. obsoleta* . .	1m
Calcaire moins oolitique.	0,75
Calcaire marneux très fossilifère : il y a un niveau à polypiers avec mollusques en rapport avec le milieu : *Pleurotomaria pseudo-athulia*, *Diastema paradoxa*, etc. et un niveau avec *Ostrea Sowerbyi*	2,50
Calcaire peu oolitique, très peu fossilifère à *Clypeus amplexus*	4m

TROISIÈME JOURNÉE. — **Samedi 1er septembre**

Horaire de la journée : Départ de Boulogne pour le Haut-Banc à 7 h. 20. — Fosses de la Providence et de la Glaneuse. Tectonique du Houiller du Boulonnais. — Crétacé inférieur. Faille de Ferques. — Lunch à Elinghen. — Vallée Heureuse. — Carrières du Haut-Banc et de Falize. — Marbres du Boulonnais. — Faille de Falize. — Bathonien à Hydrequent et à Rinxent. — Retour à Boulogne à 7 h. 05.

Carte géologique : Feuille de Boulogne. — Carte topographique d'État-major : Boulogne N.-E.

Cette journée est essentiellement consacrée à étudier la tectonique des terrains primaires et la disposition des marbres du Boulonnais.

Les terrains primaires du Boulonnais se divisent en deux parties séparées par la faille de Ferques.

La partie N.-E., qui est en place, présente une inclinaison normale vers le S.-E. ; elle a été l'objet des études de l'excursion précédente. La partie S.-O. comprend des écailles ou lambeaux de poussée traînés vers le Nord. Bien que ces lambeaux soient déposés les uns sur les autres en raison inverse de leur âge, ils ne sont cependant pas renversés.

Pour chacun d'eux, la stratification reste normale. Leur inclinaison est variable tantôt vers le N.-E., tantôt vers le S.-O. Elle est quelquefois presque nulle.

Le plus inférieur de ces lambeaux appartient à l'étage houiller. Il n'est pas renversé ; le toit est au-dessus de la houille et le mur est au-dessous. Néanmoins ce terrain ne peut pas être considéré comme en place, parce qu'il plonge vers le N. Peut-être n'est-il qu'une tête de couche qui a été ployée et renversée par la pression des lambeaux supérieurs.

Ces couches houillères appartiennent à la zone moyenne de M. Zeiller. Elles sont exploitées depuis deux siècles dans les diverses fosses d'Hardinghem et de Locquinghem. Mais l'exploitation a été rarement fructueuse. Les couches houillères sont presque partout recouvertes par le calcaire carbonifère dont les fentes livrent passage à des quantités d'eau considérables. Il en résultait qu'il fallait employer à l'extraire une partie importante du charbon que l'on retirait.

Le calcaire carbonifère qui a été porté sur le houiller n'est pas non plus renversé. Il appartient soit uniquement à l'assise du calcaire blanc ou calcaire Napoléon comme à Locquinghen ; soit à tout l'ensemble de l'étage comme au Haut Banc. Dans ce dernier cas, les assises se succèdent dans leur ordre normal, les plus récentes au-dessus, les plus anciennes en dessous, immédiatement sur le houiller.

Le troisième lambeau qui vient recouvrir le calcaire carbonifère appartient au famennien. C'est le schiste rouge d'Hydrequent à *Spirifer Verneuili*.

La faille de Ferques qui sépare cet ensemble de lambeaux de poussée du terrain en position normale est remplie soit

par une brèche, soit par des terrains provenant de l'une des deux lèvres.

La lèvre N.-O. de la faille, c'est-à-dire celle qui appartient au terrain en place, est constituée, à Ferques, soit par le houiller (fig. 3), soit par le calcaire carbonifère supérieur ; mais à Hardinghen et à Locquinghen la faille coupe en sifflet la dolomie carbonifère et les différentes assises dévoniques.

La fosse de la Providence à Locquinghen, aujourd'hui abandonnée, est à une petite distance de la faille de Ferques. On y exploitait le houiller sous 176 mètres de calcaire. La houille y est en couches régulières dans du schiste ; il n'y a qu'un seul banc de grès fort peu épais.

Dans ces schistes on rencontre de nombreux nodules de carbonate de fer, dits *Cossettes* par les ouvriers.

On peut aussi y trouver des fragments d'écorce de *Lepidodendron* qui ont fourni à M. Ch. Eg. Bertrand des renseignements précieux sur le mode de formation de la houille.

La fosse Glaneuse n° 2, arrêtée en voie de creusement, est située à 200 m. au S.-E. de la Providence. Elle a traversé les couches suivantes :

		Épaisseur.	Profondeur.
Limon		1m	0
Crétacique infr.	Argile sableuse, puis sable argileux	6m	1
	Surface de jonction très oblique		
	Argile barriolée	6m	
Jurassique infr.	Calcaire oolitique	3	13
	Calcaire blanc, puis bleu, très dur	1	16
	Argile noire lignitifère et fossilifère	1	17
	Sable gris	1 75	18
	Sable blanc	1.50	19.75
	Marnes lignitifères noires	0.75	22
	Marnes dures fossilifères	0.50	22 50
Famennien.	Schistes verdâtres pourris	1	23.50
	Schistes de couleur chocolat, avec plaquettes de grès verdâtre	10.50	34
	Schistes rouges avec morceaux calcaires	7	41
	Faille oblique	1	
Carbonifère.	— Calcaire marbre blanc (*traversé*)	3	44
Houiller.	— Houiller probablement à		55

A la fosse Providence le terrain jurassique n'existe pas. Le calcaire carbonifère y est recouvert par de l'argile plastique

rouge et panachée qui a été rapportée au Wealdien. On l'a exploitée pour la fabrication des poteries.

Au-dessus vient du sable verdâtre ou jaune, qui présente à sa partie supérieure des concrétions de limonite ; puis de l'argile sableuse jaunâtre.

Ces couches, qui ont 3 à 4 mètres d'épaisseur, sont surmontées par des sables verts remplis de concrétions de phosphate de chaux.

Le phosphate de chaux a été exploité tout autour de la fosse.

A 10 mètres plus haut il y a des carrières où l'on tire l'argile du gault pour la fabrication des carreaux et des tuiles.

Un chemin qui descend de ces carrières d'argile vers le passage inférieur d'Elinghen recoupe toutes les couches précédentes et sous l'argile panachée arrive au Bathonien. Il aboutit contre le ruisseau et le chemin de fer (Fig. 2) à 50 mètres au N. d'une carrière, carrière des Jardins, ouverte dans du calcaire en masses irrégulières sans joints de stratification (z). C'est le passage de la faille de Ferques.

La grande carrière du Haut-Banc (Planche, Fig. 2) montre le calcaire carbonifère à *Productus Cora* dessinant une voûte qui plonge presque dans tous les sens. Néanmoins c'est un lambeau de poussée, car une galerie dans le terrain houiller partant du puits Providence a été conduite jusque sous le Haut-Banc.

Dans la partie la plus basse de la carrière du Haut-Banc, séparée du reste par la route, on exploite les marbres Henriette et Caroline (T).

Le marbre Henriette présente sur un fond blond ou brun, des taches plus foncées, ramifiées, à contours arrondis et dont l'origine est absolument inconnue.

Le marbre Caroline, situé à 1 m. 50 au-dessous d'Henriette, présente une série très régulière de strates ondulées, très minces, colorées en gris de nuances variées. Cette structure ressemble à celle de l'albâtre.

Le marbre Caroline n'est pas la couche la plus inférieure du calcaire carbonifère du Boulonnais. Dans la carrière Bézir, à Blecquenecque, visitée dans la précédente journée, il surmonte une série de bancs blancs et gris que l'on retrouve dans une carrière située un peu au S. de celle du Haut-Banc.

Le marbre Henriette est surmonté par 15 m. de calcaire violacé avec *Productus Cora* (U). Puis vient un lit argileux rouge qui fournit un excellent repère. Au-dessus, on retrouve du calcaire violacé (V), mélangé de calcaire gris dolomitique contenant avec le *Productus Cora* des polypiers : *Syringopora* et *Cyathophyllum Lacazii*. Dans l'escarpement de Basse Normandie on voit des calcaires à *Productus Cora* s'enfoncer sous le calcaire blanc.

Le calcaire blanc du Boulonnais se divise en deux zones très inégalement épaisses : la zone inférieure dite Lunel et la zone supérieure dite Napoléon.

Le calcaire Lunel est d'un gris pâle homogène ; il fournit un marbre peu recherché, mais il est souvent employé comme pierre de taille. On s'en sert aussi en raison de sa pureté pour la fabrication de l'acide carbonique dans les sucreries.

Le calcaire Napoléon est un calcaire construit ; on y distingue sur un fond gris clair des taches plus foncées dues à des Stromatoporides.

La grande carrière de Falize, dite de la Vallée Heureuse, exploitée par MM. Hénaux frères, montre une excellente coupe du calcaire blanc. Il s'y courbe en un dôme dont l'axe correspond probablement à la voûte du Haut-Banc.

Tout le long de cette immense carrière, le calcaire s'enfonce à l'O. sous une masse de schistes rouges à *Spirifer Verneuilli*, bien visibles à la montée d'Hydrequent ; il en est séparé par une faille oblique.

Un petit monticule conservé au milieu de la carrière montre le remplissage de la faille. Il est formé d'un mélange de schiste et calcaire en plusieurs couches successives parallèles aux deux salbandes.

Au N.-O. de la carrière de Falize, on voit le banc de marbre Napoléon s'enfoncer sous une autre carrière, celle d'Hydrequent. On y exploite le marbre Joinville, gris foncé, rempli de petites veines rouges. Ce marbre est surmonté de 1 à 2 m. de calcaire noir avec *Productus giganteus*.

Dans la carrière d'Hydrequent le carbonifère est recouvert par le bathonien qui présente les couches suivantes à partir du haut :

1. Calcaire fragmentaire à *Rh. concinna*, *T. globata*, Nérinées, etc.	0,4
2. Calcaire jaunâtre à *Clypeus Plotii* et nombreux Gastéropodes	1
3. Argile jaunâtre à *O. costata*	0,3
4. Calcaire blanc à *T. maxillata*, *Rh. concinna*	1
5. Calcaire dur marneux rempli d'*Ostrea Sowerbyi* et de *Modiola* aff *bipartita*	1,3
Sable sans fossiles.	

Le même étage bathonien a été coupé en tranchée par le chemin de fer particulier qui va de la gare de Rinxent à la carrière de la Vallée Heureuse. On y voit de haut en bas la série suivante.

1. Calcaire siliceux avec *T. lagenalis*, *T. obovata*, *Rh. Morieri*	3
2. Calcaire tendre, marneux à *Rh. elegantula*	1,50
3. Calcaire oolitique à *Rh. Hopkinsii*	8
4. Calcaire fragmentaire à *Rh. concinna*, *Clypeus Plotii*	2,50
5. Calcaire en petits bancs	3,50
6. Calcaire marneux à *O. Sowerbyi*, avec argile et sable	2
7. Sable roux	2
8. Calcaire bleu sableux avec lignites : bivalves	0,40

Autour de la gare de Rinxent, il y a de nombreuses carrières, où l'on a exploité la Pierre de Marquise (calcaire à *Rh. Hopkinsii*) et dans le voisinage, on voit le Bathonien recouvert par l'Oxfordien.

Le banc calcaire à lignites ne contient que des fossiles en mauvais état, cependant M. Rigaux a pu y reconnaître *Lucina Bellona*, *Cardium Stricklandi* qui se rencontrent dans les couches inférieures à *O. Sowerbyi* d'Hydrequent.

Les sables qui sont complètement dépourvus de fossiles perdent de leur épaisseur vers le nord ; mais ils augmentent beaucoup de puissance en s'écartant des affleurements primaires actuels.

A Blecquenecque, on a traversé 21 m. de sable, d'argile sableuse et de lignites. A Montataire, on a rencontré 45 m. de ces sables sans arriver jusqu'au bout. A Desvres, ils ont été traversés sur une épaisseur de 30 mètres. Les lignites y sont très abondants.

LÉGENDES

Fig. 1. — Coupe des Falaises de Sangatte à Wissant.

A. Craie à *Micraster breviporus*.
B. Craie à *Terebratulina gracilis*.
C. Craie à *Inoceramus labiatus*.
D. Craie à *Belemnites plenus*.
E. Craie à *Amm. rothomagensis*.
F. Craie à *Amm. varians*.
G. Marne glauconifère à *Amm. laticlavius*.
H. Argile à *Amm. inflatus*.
I. Argile à *Amm. interruptus*.
J. Sable et grès à *Amm. mamillaris*.
K. Argile à *O. Leymeriei*.
L. Argile noire et grès argileux.
M. Tourbe avec troncs d'arbres en place.
N. Silex quaternaire et sable des dunes.
P. Sable pliocène.
1. Galets (ancienne plage).
2. Sable à coquilles marines.
3. Limon jaune inférieur.
4. Limon brun supérieur.

Fig. 2. — Coupe des terrains primaires du Boulonnais.

A. Schistes siluriques.
B. Conglomérat dévonique.
C. Grès vert
D. Calcaire de Blacourt.
E. Calcaire de la Céduie.
F. Schistes à *Sp. Bouchardi*.
G. Dolomie des noces.
H. Schistes à *Athyris Davidsoni*.
I. Schistes à *Leptœna Ferquensis*.
J. Schistes à *Streptorhynchus elegans*.
K Calcaire à *Pentamerus brevirostris*.
L. Calcaire de Ferques.
M. Schistes rouges.
N. Grès à Cucullées.
O. Dolomie carbonifère.
P Calcaire violacé à *Productus cora*.
Q Calcaire blanc.
R. Calcaire violacé à *Productus cora*.
S. Calcaire gris avec bancs dolomitiques.
Z. Calcaire sans stratification. — Faille de Ferques.
T. Marbre Henriette.
U. Calcaire violacé à *Productus cora*.
V. Calcaire gris avec bancs dolomitiques.

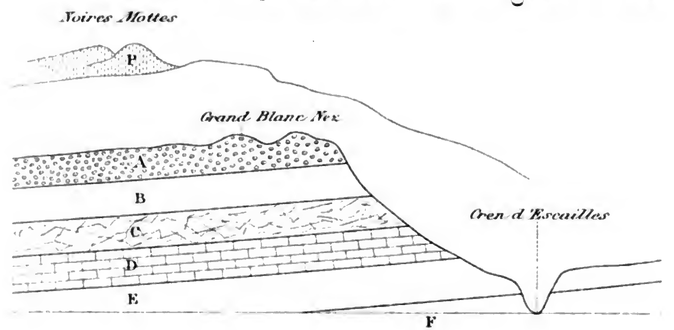
Fig. 3. — Coupe des Carrières de Brecquerecque.

A. Calcaire violacé à *Productus cora*.
B. Calcaire blanc et gris.
C. Marbre Caroline.
H. Marbre Henriette.
D. Calcaire violacé à *Productus cora*.
G. Marbre Lunel.
N. Marbre Napoléon.
K. Schistes houillers et calcaire à *Productus carbonarius*.
E. Calcaire noir à *Productus giganteus*.

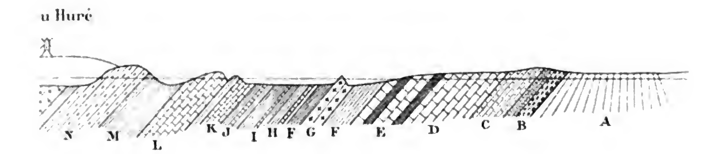
COUPES DES TERRAINS CRÉTACÉS ET PRIMAIRI

par J. GOSSELET

Coupe des falaises de Sangatte à Wiss:

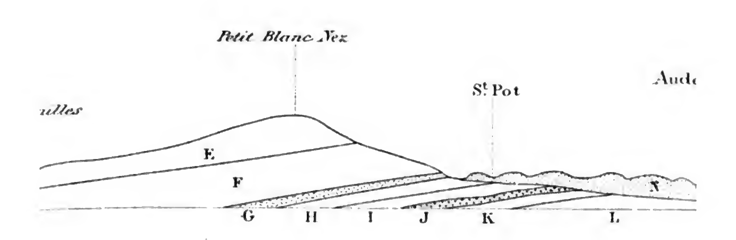


ioulonnais en suivant la voie ferrée.

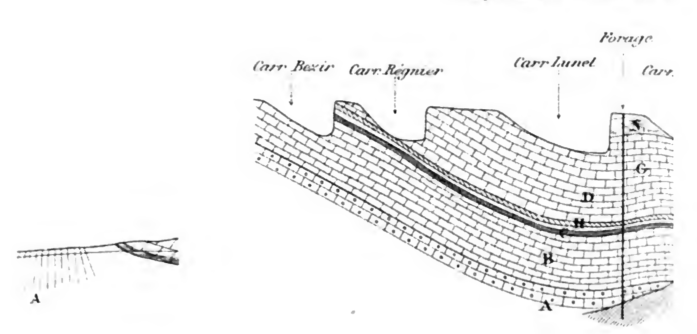


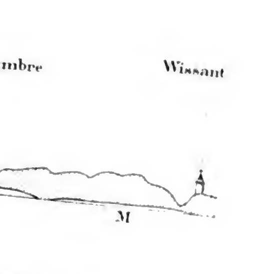
RIMAIRES DU BOULONNAIS
T

à Wissant.



Coupe des Carrières d





ecquérecque

on. Ancien Puits de Ferques Carrière

K

E

rès géologique international

DEUXIÈME PARTIE

FALAISES JURASSIQUES DU BOULONNAIS

NOTICE DE

MM. MUNIER-CHALMAS ET Edm. PELLAT [1]

Quatrième et Cinquième journées. — 2 et 3 septembre

Les terrains jurassiques du Boulonnais débutent par le Bathonien ; cependant, sur quelques points, le Bajocien supérieur pourrait bien être représenté par la partie inférieure et moyenne des sables et argiles, souvent lignitifères, qui se trouvent au-dessous des couches Bathoniennes à *Ostrea Sowerbii.*

A partir du Bathonien, il y a continuité dans la série sédimentaire jusqu'à l'Aquilonien. C'est seulement au début du terrain crétacé, qu'il s'est produit une émersion générale du Boulonnais.

Les étages Bathonien, Callovien, Oxfordien, Séquanien et la base du Kiméridgien n'affleurent que dans l'intérieur du

(1) Cette notice a été rédigée d'après les travaux de M. Edm. Pellat (Bull. Soc. géol. de France 1865, 1880 et passim ; Soc. géol. du Nord, 1878 ; Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève, t. XIX, etc.) et d'après des observations récentes de M. Munier-Chalmas, inédites et concernant, principalement, les formations d'estuaires et le graphique des falaises. Consulter : MM. Hébert (Soc. g. Fr. 1865) ; Rigaux (Soc. ac. de Boulogne, 1865, 1889) ; Parent (Soc. géol. du Nord, 1894 et passim) ; Gosselet (Ass. f., 1899). Les mollusques du terr. jur. sup. du Boulonnais ont été décrits par M. de Loriol d'après les matériaux recueillis par M. Edm. Pellat (Mém. Soc. Phys. et Hist. nat. de Genève) ; M. le Dr Sauvage a publié de nombreux mémoires sur les vertébrés des mêmes terrains.

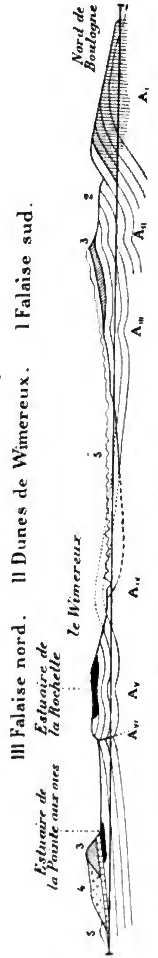


Fig. — 1. Kiméridgien ; 2. Portlandien ; 3. Aquilonien ; 4. Pleistocène et néopleistocène ; 5. Dunes, etc.

pays et ne se présentent plus actuellement, sauf, cependant, le Bathonien, dans des conditions permettant de les étudier facilement. Par contre, presque tout le Kiméridgien supérieur, le Portlandien et l'Aquilonien peuvent être très bien observés dans les falaises qui commencent au sud de Boulogne, à Equihem, et finissent au cap Gris-Nez. L'excursion des 2 et 3 septembre 1900 a été limitée à l'étude des deux falaises situées l'une au nord, l'autre au sud de Wimereux. Le *schéma* qui est joint au texte résume les caractères généraux de ces deux falaises ; le détail en est donné dans les trois coupes qui forment la planche hors texte.

§ 1er — Géotectonique

Les derniers plissements qui ont affecté le Portlandien du Boulonnais et les terrains plus récents sont, selon toute probabilité, de l'époque Pliocène.

L'étude de ces plis a été faite avec beaucoup de précision par M. Marcel Bertrand (1). Sa carte ipsométrique avec courbes de niveau, correspondant à la base des terrains crétacés, montre l'existence de deux dômes, ceux du cap Gris-Nez et du mont Lambert, correspondant à deux anticlinaux à peu près parallèles. Le dôme du mont Lambert, l'un des plus importants de la région, a été

(1) Bull. Soc. géol. de Fr., 2e série, t. XV, p. 118 (1892).

très nettement mis en évidence sur cette carte. Sa partie supérieure est formée par les assises du Portlandien ; ses pentes s'étendent vers l'ouest jusqu'à la Manche où les couches plongent sous la mer. Il est aussi facile de constater que, sur plusieurs points de ce dôme, les assises portlandiennes sont affectées par des dômes secondaires qui abaissent et relèvent, plusieurs fois, les mêmes assises. Les falaises, comprises entre Boulogne et le cap Gris-Nez, montrent les sections des trois anticlinaux principaux : celui du fort de la Crèche, celui de Wimereux, celui du cap Gris-Nez, mais, entre eux, se dessinent, très nettement, des ondulations de moindre importance, correspondant à de petits dômes secondaires. Sur plusieurs points, notamment dans les falaises situées entre Audrecelles et le cap Gris-Nez, on voit que, postérieurement à la formation de ces plis, il y a eu rupture et formation de failles qui ont amené la dislocation et l'effondrement partiel des voûtes anticlinales.

§ 2. — Description des terrains

Kiméridgien

Kiméridgien inférieur : Ce sous-étage débute, dans le Boulonnais, par des sables et des grès, épais de 5 à 6 mètres, exploités autrefois à Questrecque, à Wirvigne, et recouvrant une oolithe séquanienne à *Perisphinctes Achilles* d'Orb. ; ils contiennent les espèces les plus caractéristiques de la zone à *Pictonia Cymodoce*. Les bancs supérieurs sont très riches en ammonites jusqu'à présent sommairement étudiées et en échinides (*Pygurus Jurensis* Marc., *Hemicidaris Agassizii*, Rœm., *Rhabdocidaris Orbignyana*, Des., etc.), associés à *Pleurotomaria Hesione* d'Orb., *Pholadomya Protei*, Def., *Terebratula subsella*, Leym., etc., etc. L'*Ostrea virgula* y débute sous forme de variété courte, à gros plis, analogue à celle du Portlandien inférieur. Ces sables et ces grès sont remplacés, sur quelques points, par des argiles glauconieuses, à *Rhabdocidaris Orbignyana*.

Des calcaires marneux, blancs, de 10 mètres environ, contenant de très curieux crinoïdes (*Solanocrinus Beaugrandi*) avec *Pholadomya Hortulana*, Ag., *Ph. Protei*, Ag., *Ostrea*

virgula de petite taille, surmontent les grès de Questrecque et sont exploités à Bréquerecque.

Kiméridgien supérieur : N° 1 [I] (1). Cette division débute par des argiles et des calcaires argileux à *Ostrea virgula* qui constituent, sur une épaisseur de 20 mètres environ, la zone à *Aspidoceras orthoceras* d'Orb. A la base de l'anticlinal du fort de la Crèche, les bancs supérieurs de cette assise affleurent seuls.

N° 2 [I] : Puis arrivent des grès et des sables noirs, argileux, peu épais (2 mètres environ), à *Trigonia variegata*, Cred. du groupe de la *Tr. gibbosa*. D'une manière générale, les Trigonies de cette section, qui ont déjà apparu dans les grès de Questrecque, vivaient sur les fonds sableux.

N° 3 [I] : On trouve, ensuite, 18 mètres environ de calcaires argileux et d'argiles à *Aspidoceras Caletanum*, Opp., *Perisphinctes Eumelus* d'Orb., *Cardioceras Beaugrandi*, Sauv. et Rig., très voisin de *Cardioceras alternans ;* deux bancs de cette zone sont particulièrement riches en fossiles. Les individus typiques de l'*Ostrea virgula* atteignent dans ces couches leur maximum de développement en nombre et en taille ; la *Trigonia Rigauxiana*, Mun. y est très abondante. Un banc d'argile, à la base, est rempli de *Posidonomya Bononiensis* de Lor. et d'autres fossiles bien conservés.

Il existe, au niveau du N° 3, dans la région du Gris-Nez, des couches coralliennes à *Cidaris florigemma* et à polypiers.

N° 4 [I] : Les conditions de sédimentation s'étant encore modifiées, il s'est déposé de nouveau des sables dont l'épaisseur est de 4 mètres environ. A leur partie supérieure sont intercalés des calcaires-grès où reparaît *Trigonia variegata*, associée à de petites *Ostrea virgula* et à *Trigonia Barrensis*, Buv. La *Trigonia Barrensis* se retrouve dans les grès du Portlandien inférieur. Des grès appartenant à ce niveau contiennent, à Audrecelles, des *Pygurus*, très rares dans la falaise de la Crèche.

N° 5 [I] : Une nouvelle série de calcaires argileux et d'argiles (12 mètres environ) terminant le Kiméridgien supérieur, est caractérisée par *Reineckeia pseudomutabilis* de Lor., *Reineckeia Eudoxus*, d'Orb., *Aspidoceras longispinum* Sow.

(1) Les chiffres romains correspondent aux trois grandes coupes, les chiffres arabes à la légende de ces coupes.

L'*Ostrea virgula* y est encore bien typique. On remarque, à la base, un banc rempli de Lingules (*L. ovalis* Sow.).

Portlandien (1)

La question de savoir où finit le Kiméridgien et commence le Portlandien, dans le Boulonnais, a donné lieu à un désaccord.

N° 6 [I] : Ainsi que l'un de nous l'a proposé dès 1878 (2), on doit rattacher au Portlandien environ 17 mètres d'argiles schistoïdes, de calcaires argileux et de calcaires-grès difficiles à séparer des 12 mètres de sédiments analogues qui terminent le Kiméridgien. Il n'existe, là, aucune solution de continuité ; les conditions bathymétriques, biologiques et de sédimentation étant restées à peu près les mêmes, la faune des acéphales ne s'est pas sensiblement modifiée. Il en résulte que beaucoup d'espèces kiméridgiennes ont persisté. L'attribution de cette assise au Portlandien ne peut donc se justifier que par la présence du *Stephanoceras Portlandicum* et de *Perisphinctes* analogues à ceux des argiles portlandiennes à *Ostrea expansa*. On doit, cependant, noter que vers la base de cette première assise portlandienne, dans un banc d'argile brunâtre, apparaît, momentanément, la plus grande partie de la faune portlandienne des argiles à *Ostrea expansa* : *Perna Bouchardi* de Lor., *Cardium Morinicum* de Lor., *Astarte scalaris* de Lor., *Corbula Bayani* de Lor., etc., etc., associés au genre boréal *Aucella*, mais, bientôt, apparaissent de nouveau les acéphales kiméridgiens. Ces faits expliquent la divergence d'opinion sur la limite inférieure du Portlandien du Boulonnais.

N° 7 [I] (3) : Au-dessus de ces premiers dépôts portlandiens reviennent des sables jaunâtres avec quelques galets. Ces sables, identiques à ceux du Kiméridgien, contiennent, comme eux, de petites *Ostrea virgula*. Dans la falaise de Châtillon et au mont Lambert, des grès, correspondant à ces sables,

(1) Nous n'avons pas tracé de grandes divisions dans le Portlandien, l'étude des céphalopodes étant encore trop incomplète. D'un autre côté les nombreuses Trigonies du groupe de la *Tr. gibbosa* passant insensiblement les unes aux autres et se montrant à différents niveaux, la présence de la *Tr. gibbosa*, dans les assises supérieures, n'a qu'une valeur relative.

(2) Edm. Pellat : Ann. Soc. géol. du Nord, B. S. G. F. 1880.

(3) Les assises 7 à 10 varient extrêmement d'un point à un autre.

renferment *Stephanoceras Portlandicum* de Lor. et *Perisphinctes Bleicheri* de Lor.

N° 8 a, b, c [I] : Dans la falaise de la Crèche, les sables dont nous venons de parler sont surmontés par des argiles avec fragments de lignites (8 a).

Ces argiles passent aux grès et sables (8 b) à *Trigonia Pellati* Mun., *Tr. Bononiensis* de Lor., *Tr. Munieri* Heb., *Tr. Boidini* de Lor., *Tr. Barrensis* Buv., *Corbicella tenera* de Lor., *Ostrea virgula*, var. portlandienne, etc., etc. De nombreux galets, provenant pour la plupart des terrains anciens, attestent le voisinage de cours d'eau continentaux. Leur influence est bien mise en évidence à la base des argiles (8 c) qui surmontent les grès à *Trigonia Pellati*, par la présence de très nombreuses *Cyrena rugosa*, Sow., mélangées aux genres *Trigonia*, *Corbicella*. C'est le premier indice du prolongement d'un estuaire qui devait être situé plus au nord-est.

N° 9 [I] : Les argiles à Cyrènes supportent un banc de calcaire argileux rempli de *Perna rugosa* Münst., dont les valves sont toujours dissociées et roulées.

N° 10 [I et III] : Au-dessus des calcaires à *Perna rugosa*, il faut signaler un banc de calcaire-grès qui termine une série de roches résistantes auxquelles est due la formation du cap de la Crèche ; on trouve sur les faces latérales des blocs éboulés, de très nombreuses *Cyprina Brongniarti* Pict., *Delphinula vivauxea* Buv., *Hemicidaris Purbeckensis* Forb., et toute une faunule intéressante.

A 1 kilomètre environ du cap de la Crèche, sur la ligne de Boulogne à Calais, dans la tranchée de Terlincthun, aujourd'hui murée, on voyait, à ce niveau, des sables, par place argileux, contenant une soixantaine d'espèces, admirablement conservées avec leur couleur : (*Neritoma sinuosa* Morris, *Nerita transversa* Seeb., *Natica Marcousana* d'Orb., etc.)

A partir des calcaires-grès à *Cyprina Brongniarti*, jusqu'aux couches à *Astarte Sæmanni*, les sédiments redeviennent argileux et argilo-calcaires. On constate alors la présence d'un très grand nombre de morceaux de bois flottés, transformés en lignite et percés par de nombreux *Xylopholas Davidsoni* de Lor.

N° 11 [I et III] : Des argiles schistoïdes, puissantes de 10 mètres environ, surmontent le calcaire-grès à *Cyprina Bron-*

gniurti et alternent, vers leur partie supérieure, avec des plaquettes calcaires. On trouve, à leur base, *Virgatites* aff. *virgatus*, *Astarte scalaris* de Lor., *Corbula Bayani* de Lor., *Cardium Morinicum* de Lor., *Alaria* sp., *Discina latissima* Sow.

N° 12 [I et III] : On arrive, ensuite, à deux ou trois cordons de calcaire argileux qui sont indiqués sur les coupes et qui permettent de suivre les ondulations des falaises. A la base du premier banc un lit d'argile (12-a) est rempli de fossiles phosphatés, souvent brisés, et de galets provenant des terrains primaires (1). Le banc supérieur (12-b.) contient par places *Lima Bononiensis* de Lor., *Waldeimia Bononiensis* Sauv., etc.

N° 13 [I et III] : Ces assises sont recouvertes par 12 mètres environ d'argiles et de calcaires à *Ostrea expansa* et *Perna Bouchardi*.

A leur base se trouve un banc de galets phosphatés (13-a) contenant *Perisphinctes Devillei*, *Per. Boisdini*, etc., surmonté par des couches (13-b.) contenant d'énormes *Perisphinctes* non décrits. Les bancs supérieurs (13-c.), qui alternent avec des sables glauconieux, contiennent de nombreux échinides (*Acrosalenia Kœnigii* Wr., *Hemipedina Bouchardi*, Wr., etc.).

N° 14 [I et III] : Les calcaires noduleux avec alternances de sables glauconieux, qui succèdent aux couches à *Acrosalenia Kœnigii* sont principalement caractérisés par l'*Astarte Sæmanni* (très abondante, surtout vers le haut) et par des *Perisphinctes*, souvent de très grande taille, voisins de ceux signalés dans les couches sous-jacentes. L'épaisseur de ces calcaires est de 3 mètres environ.

N° 15 [I et III] : Des calcaires subnoduleux et marneux, (1m50) séparés de la précédente assise par des sables glauconieux noirâtres (presque toujours jaunes par altération) contiennent *Trigonia Damoniana* de Lor., *Tr. radiata*, Ben., de très nombreux moules de *Cardium Pellati* de Lor., *Perisphinctes* aff. *Bononiensis* et les grands *Perisphinctes* de la zone à *Astarte Sæmanni*.

Les calcaires-grès à *Trigonia gibbosa* qui alternent avec des sables glauconieux (2) forment une série de bancs très

(1) M. Pavlow y a trouvé une *Aucella*.

(2) Ces sables glauconieux, noirs en profondeur, sont toujours, suivant les lignes d'affleurement, jaunes par suite d'altération.

faciles à suivre dans les falaises et peuvent se diviser ne trois groupes :

N° 16 [I et III] : Les premiers bancs à *Trigonia gibbosa*, (2m) sont surtout caractérisés par le *Perisphinctes Bononiensis* de Lor., accompagné de : *Ampullina elegans*, Sow., *A. Ceres* de Lor., *Cardium Pellati* de Lor., *Trigonia incurva* Ben., *Corbicella Pellati* de Lor.

N° 17 [I et III] : Le deuxième niveau à *Trigonia gibbosa*, 2m, renferme *Perisphinctes giganteus*, *P.* aff. *triplicatus* ; c'est surtout à Wimille (carrières du Montrouge) que l'on rencontre, à ce niveau, de très grands *Perisphinctes* atteignant quelquefois un diamètre de 60 centimètres.

A cette époque s'est formée une grande plage côtière (1), s'étendant de Boulogne à la Pointe aux Oies et correspondant au démantèlement des parties tendres des bancs moyens à *Trigonia gibbosa* ; les parties dures sont couvertes de *Serpula*, d'*Ostrea Bruntrutana*, et percées de nombreux trous de *Lithodomus*. On observe, sur cette plage, de nombreux blocs très plats, percés sur leurs deux faces par ces mêmes lithodomes. Quelques-uns de ces blocs atteignent 1m et 1m50 de longueur. Ils mettent en évidence l'influence des marées.

N° 18 [I et III] : Le niveau supérieur à *Trigonia gibbosa* présente, comme les assises qui suivent, des *facies d'estuaires*. Nous ne parlons d'abord que du *facies marin* (18m). Ce facies est représenté par des sables et des calcaires-grès (2m), contenant la même faune que le niveau inférieur.

N° 19 [I et III] : La série Portlandienne *marine* prend fin avec les sables et les calcaires-grès (1 m. environ), à *Trigonia Edmundi* Mun., qui contiennent une faunule très riche (*Pseudonerinea pseudoexcavata* de Lor., *Cardium dissimile*, Sow., *Corbicella Pellati* de Lor., etc.).

N° 20 M [I et III] : Les calcaires à *Anisocardia socialis* d'Orb. (2) qui terminent le Portlandien ont 2 mètres environ et contiennent par places de nombreux entomostracés (*Can-*

(1) Aux plages côtières sont opposées les plages subcôtières situées au milieu des mers, plages qui se sont formées par l'arrasement des dômes sous-marins surélevés, si communs dans les terrains jurassiques de Normandie et le Cénomanien de la Charente-Inférieure.

(2) Nous rapportons provisoirement au genre Anisocardia le petit fossile acéphale qui pullule à ce niveau et que d'Orbigny a désigné dans le Prodrome sous le nom d'*Astarte socialis*.

dona Bononiensis). Ces calcaires se sont déposés dans des lagunes saumâtres, et ont tous les caractères d'un travertin compact, à tubulures, analogue à ceux qui se sont formés dans les lacs lagunaires de la période tertiaire sous l'influence des eaux douces, chargées de calcaire venant des continents.

N° 20 L [I] : Entre Wimereux et le fort de la Crèche, la lagune où se déposait le calcaire à *Anisocardia socialis,* était traversée par un petit cours d'eau qui déposait des marnes et des calcaires subbréchoïdes brunâtres à *Paludina, Physa, Blanorbis, Pithynia,* appartenant à des formes très voisines de celles du Purbeck du Jura et d'Angleterre ; mais, à droite et à gauche de ces dépôts, les couches à *Anisocardia socialis* reprennent leurs caractères.

Facies d'estuaires

L'influence de fleuves s'est fait sentir d'une manière évidente, comme nous l'avons déjà dit, dès le Portlandien inférieur, mais c'est surtout vers le haut du Portlandien que leur action a été très intense.

Dès le début des assises supérieures à *Trigonia gibbosa,* ou un peu après le dépôt de leurs premières couches, suivant les points étudiés, un fleuve, partant très probablement du continent Belge, traversait les régions primaire et secondaire, émergées du Boulonnais. Ce fleuve venait se déverser dans la mer Portlandienne, après s'être divisé en deux branches principales. Les deux estuaires de la Pointe aux Oies et de la Rochette, correspondent, selon toute probabilité, à ces deux divisions.

Estuaire de la Pointe-aux-Oies

N° 18 S a [III] : Un peu avant la fin des dépôts marins supérieurs à *Trigonia gibbosa,* les eaux de la branche nord du fleuve, après s'être creusé un lit dans les assises moyennes à *Trigonia gibbosa,* déposent les premières couches d'estuaire représentées par les galets de base qui ont formé, par places, des poudingues analogues à ceux de la Pointe de la Rochette. Les galets de base ont été repris par les courants postérieurs et, seules, les parties agglutinées (poudingues) ont résisté.

N° 18 S b [III] : Après ces premiers dépôts se présentent

des argiles noirâtres ou bleuâtres, avec lits très irréguliers de sables.

Ces argiles renferment *Trigonia gibbosa*, *T. incurva*, *Cardium Pellati*, *Corbicella Pellati*. Par places, à leur partie inférieure, se voient de véritables dépôts de lignites constitués par des branches et des troncs de Cycadées et de conifères, enchevêtrés dans tous les sens comme dans les dépôts d'estuaire ; mais ce qui donne surtout à ces argiles à *Trigonia gibbosa* le facies wealdien, c'est l'abondance de Cyrènes (*C. Pellati* de Lor., *C. Tombecki* de Lor., *C. ferruginea* de Lor., *C. rugosa* Sow.

N° 19 M [III] : Après le dépôt de ces argiles l'estuaire nord cesse d'être en rapport avec le fleuve ; la mer recouvre alors les dépôts de l'estuaire de sables marins et de calcaires-grès qui contiennent toute la faune des couches à *Trigonia Edmundi*.

N° 20 M [III] : Le Portlandien se termine, comme dans la falaise du fort de la Crèche, par le calcaire laguno-saumâtre à *Anisocardia socialis*.

Estuaire de la Rochette

Les formations portlandiennes de l'estuaire de la Rochette ont été jusqu'ici, sauf le poudingue de base, rapportées au terrain crétacé. Leur étude stratigraphique présentait de nombreuses difficultés.

Au-dessus des assises moyennes à *Trigonia gibbosa*, dont la surface indique le prolongement de la plage dont nous avons parlé, se présente la *partie inférieure* des sables et des calcaires-grès de la *zone supérieure* à *Trigonia gibbosa*. Par suite de ravinement, les couches terminales de cette zone reposent sur des assises plus anciennes et sont représentées par des dépôts d'estuaire à facies wealdien.

N° 18 S a [III] : Après le creusement de la seconde branche du fleuve, à l'époque où se formait, à la Pointe aux Oies, le lit de la première branche, se sont déposés, comme dans l'estuaire de cette dernière localité, des lits de galets à *Trigonia gibbosa* qui ont formé le poudingue si connu de la Rochette. Ce poudingue renferme de nombreux galets provenant des terrains primaires et secondaires de la région et contient, quelquefois, des *Cyrena Pellati*.

Nº 18 S b [III] : Les assises qui surmontent le poudingue sont constituées par des sables alternant avec des argiles et des marnes, en couches quelquefois horizontales, mais dont, en général, la stratification est très oblique et très irrégulière.

Sur le bord nord de l'estuaire on trouve latéralement une première assise d'argile sableuse, bleuâtre, disposée, très obliquement, sur les autres couches à *Trigonia gibbosa*. Ces argiles à facies wealdien contiennent *Tr. gibbosa*, *Tr. incurva* et des rameaux très bien conservés de conifères.

Nº 19 S a [III] : Les dépôts d'argiles continuent, mais leur faune change. Dans certains bancs on trouve *Cyrena rugosa*, *C. Pellati*, *C. Tombecki* associées à tous les mollusques de la zone à *Trigonia Edmundi*. Les argiles sont souvent mélangées à des sables.

Nº 19 S, b, c, d, e [III] : Le régime d'estuaire continuant, on trouve des sables, des argiles, des marnes en couches très obliques avec lits intercalés remplis de *Cyrena Tombecki* et contenant de rares *Unio*. Dans quelques lits sableux la faune est marine ou saumâtre (*Cerithium* sp., *Corbula autissiodorensis*, avec quelques *Cyrena Tombecki*.

Nº 19 S f [III] : Vers la partie supérieure un lit d'hydroxide de fer est rempli de *Cyrena Tombecki* associées à une petite forme de *Paludina*.

Nº 20 S [III] : Les assises terminales de l'estuaire sont représentées par des marnes brunâtres à *Anisocardia socialis*, avec débris de Trigonies, de Corbicelles et fragments non roulés de calcaire à *Anisocardia socialis* semblable à celui de la falaise de la Crèche. Ces fragments proviennent d'une dissociation contemporaine de la roche en voie de formation.

Aquilonien

Nº 21 [I et III] : Les assises que l'on peut rapporter à l'Aquilonien de M. Pavlow se composent d'argiles, de grès et de minerais de fer, en général non fossilifères (10 m.).

A la Pointe aux Oies les calcaires à *Anisocardia socialis* paraissent passer insensiblement à des argiles aquiloniennes : mais sur beaucoup de points entre l'Aquilonien et le Portlandien il y a discordance par suite de transgression et souvent se sont produits des ravinements locaux très prononcés,

indiquant encore l'action de courants rapides déterminés par l'influence de cours d'eau continentaux.

Dans la falaise du fort de la Crèche on peut distinguer facilement trois zones pétrographiques :

N° 21 a [I] : Des argiles bleuâtres, à la base, avec lignites.

N° 21 b [I] : Des grès ferrugineux avec rameaux et graines de conifères et empreintes de fougères.

N° 21 c [I] : Des argiles, des grès et des sables avec minerai de fer (1).

Pleistocène ?

N° 22 [III] : A la Pointe aux Oies, les argiles aquiloniennes ont été ravinées par des eaux qui ont déposé des sables avec galets de silex. Leur âge, dans la série tertiaire, est jusqu'à présent indéterminé.

Forêt sous-marine de la Pointe-aux-Oies

N° 23 [III] : Nous signalons encore la forêt sous-marine de la Pointe aux Oies, où l'on compte une vingtaine d'arbres en place. On y trouve de nombreux silex taillés et des poteries de l'âge de la pierre polie (2). Cette forêt n'est visible qu'à basse mer, lorsque les sables actuels ont été balayés par un coup de mer.

Dépôts Néo-Pleistocènes et Dunes

N° 24 et 25 [III] : La forêt sous-marine est recouverte par des formations relativement récentes supportant les dunes.

(1) Tous les hydroxides de fer cités dans cette formation sont postérieurs au dépôt des couches qui les renferment et proviennent soit de la décomposition des pyrites, soit de celles des carbonates de fer. Ces modifications sont presque toujours accompagnées d'une décalcification de la roche.

(2) Fouilles faites par M. Munier-Chalmas, accompagné de M. le docteur Sauvage.

LÉGENDE

N° 1. — Calcaires argileux et argiles à *Aspidoceras Orthoceras.*

N° 2. — Sables argileux et calcaire-grès à *Trigonia variegata.*

N° 3. — Calcaires argileux et argiles à *Aspidoceras caletanum.*

N° 4. — Sables et calcaires-grès à *Pygurus* et *Trigonia variegata.*

N° 5. — Calcaire argileux et argiles à *Reineckeia pseudomutabilis.*

N° 6. — Argiles schistoïdes et calcaires-grès à *Stephanoceras portlandicum.*

N° 7. — Sables et grès à *Ostrea virgula* et *Stephanoceras portlandicum.*

N° 8 a. — Argiles schistoïdes ; 8 b. Grès avec nombreux galets (*Trigonia Pellati, Stephanoceras portlandicum, Perisphinctes Bleicheri*) ; 8 c. Argiles à *Cyrena rugosa.*

N° 9. — Calcaires argileux à *Perna rugosa.*

N° 10. — Calcaires-grès à *Cyprina Brongniarti.*

N° 11. — Argiles schistoïdes à *Astarte scalaris, Virgatites* aff. *virgatus* à la base.

N° 12 a. — Galets de phosphates ; 12 b Calcaire à *Lima Bononiensis.*

N° 13. — Argiles à *Ostrea expansa* et *Perna Bouchardi* : 13 a Phosphates à *Perisphinctes Devillei* ; 13 b Zone à très grands *Perisphinctes* ; 13 c Couches supérieures à échinides (*Acrosalenia Kœnigii*).

N° 14. — Calcaires noduleux et sables argileux à *Astarte Sœmanni* et *Perisphinctes* aff. *Bononiensis.*

N° 15. — Calcaires noduleux à *Trigonia Damoniana* et *Perisphinctes* aff. *Bononiensis.*

N° 16. — Calcaires-grès et sables inférieurs à *Trigonia gibbosa.*

N° 17. — Calcaires-grès et sables moyens à *Trigonia gibbosa* et *Perisphinctes giganteus* (ancienne plage).

N° 18 M. — Calcaires-grès et sables supérieurs à *Trigonia gibbosa* et *Perisphinctes giganteus* ; 18 S Faciès saumâtre et d'estuaire ; 18 S a Galets de base ; 18 S b Argile à *Trigonia gibbosa* et à *Cyrènes.*

N° 19. — Couches à *Trigonia Edmundi* : 19 M. Faciès marin ; 19 S. Faciès saumâtre et d'estuaire : 19 S a. Argile à *Cyrena Pellati, C. Tombecki* et *Trigonia Edmundi* ; 19 S b. Couche à *Corbula Autissiodorensis* ; 19 S c. Galets ; 19 S d. Couches à *Cyrena Tombecki* ; 19 S e. Couches à *Corbula Autissiodorensis* ; 19 S f. Minerai de fer à *Cyrena Tombecki.*

N° 20 M. — Calcaire laguno-saumâtre à *Anisocardia socialis* ; 20 S. Faciès d'estuaire ; 20 L. Faciès fluvio-lacustre à *Physa* et *Planorbis.*

N° 21. — Argiles, sables et minerais de fer aquiloniens : 21 a. Argiles inférieures ; 21 b. Grès ferrugineux ; 21 c. Argile, grès, sables.

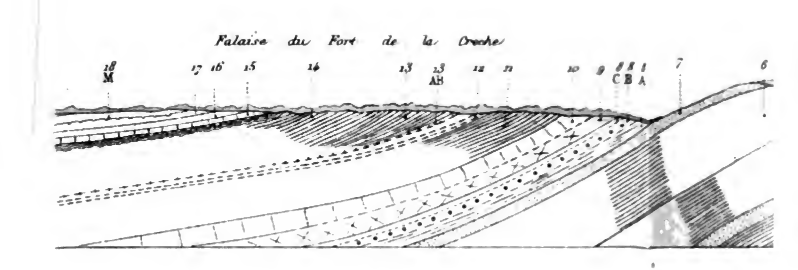
N° 22. — Sables tertiaires (Pleistocène ?).

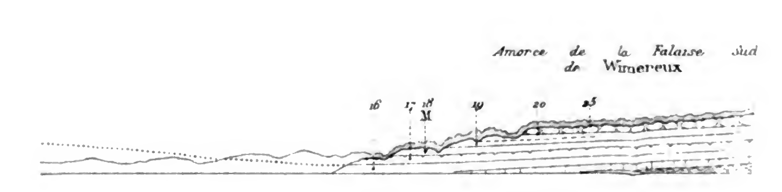
N° 23. — Forêt sous-marine de la Pointe-aux-Oies (pierre polie).

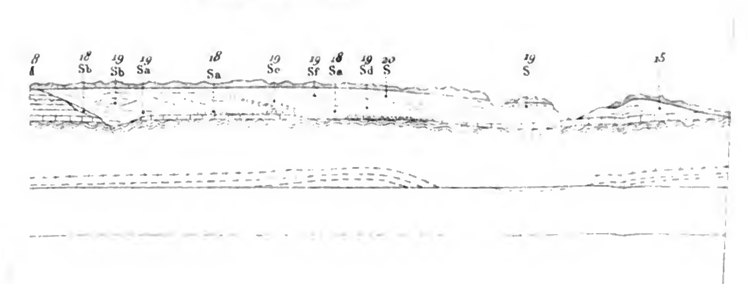
N° 24. — Dépôts récents.

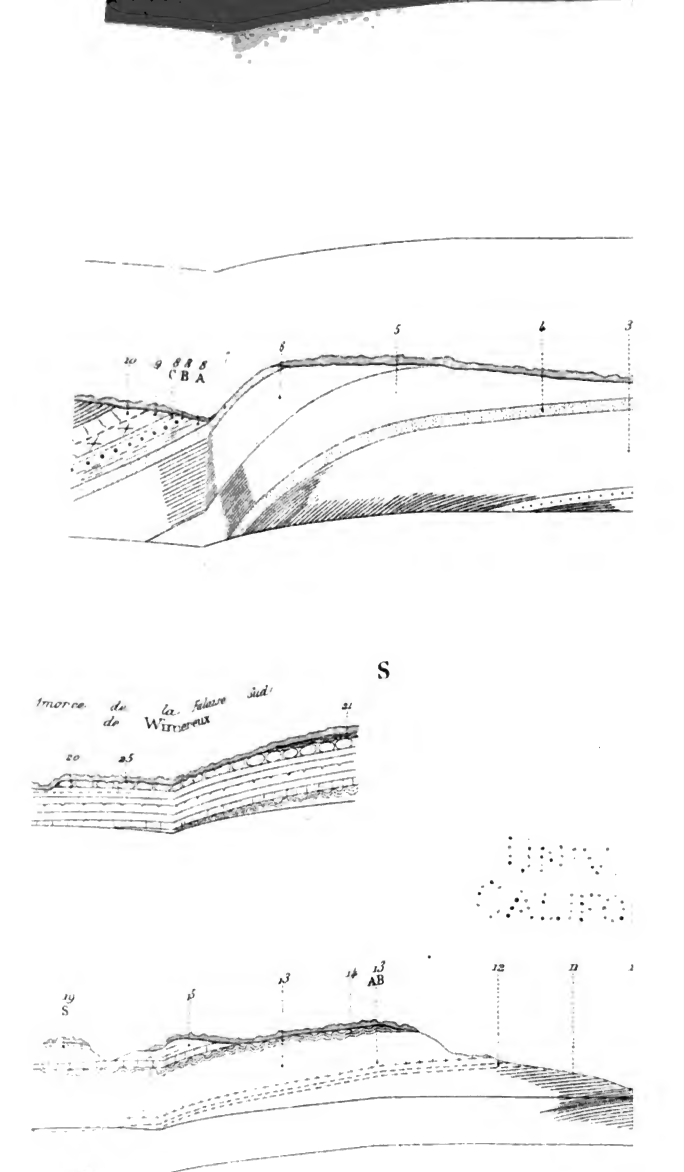
N° 25. — Sables des dunes.

IORD ET AU SUD DE WIMEREUX








10 9 8 8 8
C B A
6
5
4
3
S
Amorce de la Falaise sud de Wimereux
21
20
25
19
S
15
13
14
13
AB
12
11

S

Axe de l'anticlinal du Fort de la Crèche

2

1

Boulogne

S

Wimereux

8ème Congrès géologique international

TROISIÈME PARTIE

NORMANDIE

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE MM. MUNIER-CHALMAS ET BIGOT

NOTICE DE

M. BIGOT

L'excursion de Normandie a été combinée de façon à montrer : 1° La série complète des assises jurassiques depuis le Kiméridgien jusqu'au Lias : — 2° ses rapports avec les terrains crétacés et primaires ; — 3° la composition et la structure du soubassement primaire dans le Calvados ; 4° les caractères du Crétacé inférieur.

Les assises jurassiques à étudier font partie de la bordure O. du Bassin de Paris et plongent avec assez de régularité vers le N. E. en sorte que, partant des terrains primaires, soit à l'O. dans le département de la Manche, soit au S. dans le Calvados, — on rencontre des couches de plus en plus récentes. — La transgression cénomanienne, ébauchée dès le Crétacé inférieur, a amené au dessus du Jurassique des assises qui reposent à Villerville sur le Kiméridgien, à Trouville sur le Séquanien, à Villers sur divers termes de l'Oxfordien, plus au Sud sur le Callovien et même dans le Bocage sur les terrains primaires.

Documents a consulter

Feuilles : Le Hâvre (18), Caen (29), Falaise (45), Saint-Lô (28) au 1/80.000 du Service de la Carte géologique détaillée de la France.

Ch. Renault. — *Etude stratigraphique du Cambrien et du Silurien dans les vallées de l'Orne et de la Laize* (B. S. Linn. Norm., 3e s., t. VII, 1883, p. 16-38. — *Le Silurien de la vallée de l'Orne, d'Etavaux à Feuguerolles* (id., p. 261-271).

Hébert. — *Phyllades de Saint-Lô et Conglomérats pourprés dans le N.-O. de la France* (B. S. G. F., 3e s., t. XIV, 1886, p. 713-774).

L. Lecornu. — *Le Silurien des vallées de l'Orne et de l'Odon.* (B. S. Linn. Norm., 4e s., t. I, 1888, p. 19-33).

— *Le bassin silurien de la Brèche au Diable et ses prolongements* (id., t. IV, 1891, p. 49-56).

— *Les plissements siluriens dans la région du Cotentin* (B. Serv. Carte Géol. France, n° 33, 1893).

Munier-Chalmas. — *Observations sur les terrains jurassiques de Normandie.* (C. R. som. S. G. F., 1891, n° 15). — *Etudes préliminaires des terrains jurassiques de Normandie* (id., 1892, p. CLIX).

E. E. Deslongchamps. — *Etudes sur les étages jurassiques inférieurs de la Normandie* (M. Soc. Linn. Norm., t. XIV, 1865, p. 1-296)

L. Brasil. — *Sur le Lias supérieur et le Bajocien de Tilly-sur-Seulles* (Bull. Lab. géol. Caen, t. II, 1895, p. 165). — *Observations sur le Bajocien de Normandie* (id., p. 223). — *Etudes sur le niveau à Ammonites opalinus en Normandie* (B. S. géol. Norm., t. XV, 1891, p. 37). — *Les divisions de la zone à Lytoceras Jurense en Normandie* (B. S. L. N., 4e. s., t. IX, 1895, p. 34).

Ed. Hébert. — *Du terrain jurassique supérieur sur les côtes de la Manche* (B. S. G. F., 2e s., t. XVI, p. 300, 1866).

Douvillé. — *Note sur la partie moyenne du terrain jurassique dans le Bassin de Paris et sur te terrain corallien en particulier* (B. S. G. F., 3e s., t. IX, p. 441-474, 1878).

L. Brasil. — *Sur le Callovien supérieur des falaises de Dives à Villers-sur-Mer* (B. S. Linn. Norm., 4e s., t. X, p. 3).

Lennier. — *Etudes géologiques et paléontologiques sur les falaises de l'embouchure de la Seine* (1872, in-4°, 1 vol. texte et atlas. Le Havre, Costey).

A.-J. Jukes-Browne and William Hill. — *A delimitation of the Cenomanian; being a comparison of the corresponding beds in South Western England and Western France* (Q. J. G. S., LIII, 1896, p. 99-177).

F. Prudhomme. — *Note sur le limon des plateaux aux environs du Hâvre* (B. S. G., Norm., t. VIII, 1883, p. 88-101).

Sixième journée. — **Mardi 4 septembre**

Falaises au nord du Havre

Dans l'excursion géologique des environs du Havre on étudiera, avec le concours de M. Lennier, Directeur du Muséum, les assises jurassiques et crétacées qui constituent les falaises situées entre la Hève et Octeville. Les travaux de MM. Hébert, Jukes-Browne, Hill et surtout ceux de M. Lennier ont bien fait connaître la géologie de cette région.

SÉRIE JURASSIQUE

Oxfordien - Kimeridgien

Des sondages effectués au Havre ont montré, qu'entre l'Oxfordien et le Kiméridgien inférieur, il n'existe que des sédiments argileux sans intercalation des calcaires coralliens et des grès qui se rencontrent au sud sur la côte du Calvados.

Kimeridgien

A la falaise de la Hève, en sortant du Havre, au niveau de la mer, les assises à *Pictonia Cymodoce* affleurent; on rencontre d'abord un banc fossilifère (Ki *a*) divisé en deux par un mince lit d'argile ; les géologues locaux le désignent sous le nom de *Calcaire à Trigonies* ; il renferme de nombreux fossiles avec le test :

Pictonia Cymodoce (d'Orb.), *Littorina pulcherrima* Dollfus, *Pleurotomaria Hesione* d'Orb., *Pholadomya Protei* Defr., *Astarte Michaudiana* d'Orb., *Opis angulosa* d'Orb., *Trigonia Dollfussi* de Loriol. *T. papillata* Agass., *Nucula Menkii* Rœmer, *Gervillia kimeridgensis* d'Orb.

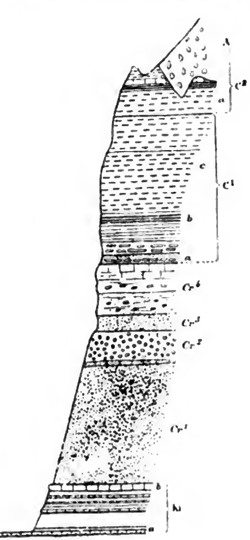


Fig. 1.
Coupe de la falaise de la Hève.

Ki. Kiméridgien : *a*. Calcaire à Trigonies ; b. Marnes à *Harpagodes* (Ptérocères) ; Cr^1. Sables à *Thetis lævigata* ; Cr^2. Graviers à *Ostrea aquila* ; Cr^3, Cr^4. Gaize à *Schlœnbachia inflata* ; C^1, C^2. Cénomanien ; A. Argile à silex

Le calcaire fossilifère est surmonté d'argiles présentant à leur base et au sommet un banc d'*Ostrea deltoidea* Sowerby ; c'est au sommet de cette assise qu'ont été trouvés un grand nombre de Reptiles, de Tortues et de Poissons, notamment *Ichthyosaurus Cuvieri* Val., *Polyptychodon Archiaci* E. Desl. *Metriorhynchus hastifer* E. Desl., *Emys Dollfussi* Lennier, *Lepidotus Lennieri* Sauvage, etc. Au-des-

sus de cette première zone, on observe deux lits de calcaire marneux très durs séparés par une couche d'argile : ils renferment de nombreuses *Ostrea virgula* ; le lit inférieur contient en assez grande abondance *Zeilleria humeralis*.

Puis viennent des alternances de petits lits d'argile, de marnes et de calcaires argileux présentant à leur base un cordon de blocs verdis et perforés.

Ces calcaires marneux (Ki*b*) sont très fossilifères, mais la plupart des espèces sont à l'état de moule : *Pictonia Normanniana* Tornquist, *Holcostephanus Berryeri* (Lesueur), *H. pseudo-eumelus*, Tornquist, *Harpagodes Oceani* (Brongn.), *H. Ponti* (Brongn.), *Ceromya excentrica* Voltz, *Pholadomya Protei* Defr., *Thracia suprajurensis* Desh., *Alectryonia solitaria* (Sow.), *Terebratula subsella* Leym., *Rhynchonella inconstans* (Sow.), *Rhabdocidaris Orbignyana* Desor.

Les bancs à *Harpagodes* (Ptérocères) sont épais de 0m70 à la Hève, mais ils atteignent 1m50 à Bléville et à Octeville, où ils s'abaissent au-dessous du niveau de la mer.

Kiméridgien supérieur. — Le plongement des assises au N. E. fait apparaître entre Bléville et Octeville une épaisse série d'argiles grises ou bleuâtres, avec quelques petits bancs de calcaire argileux dont l'épaisseur est estimée par M. Lennier à 33m85 ; ces « argiles à Ammonites » renferment notamment *Aspidoceras orthocera* (d'Orb.), *Asp. Lallierianum* (d'Orb.) et une variété bilobée de l'*Exogyra virgula* Goldf. A Octeville un lit est particulièrement riche en *Aptychus*.

SÉRIE CRÉTACÉE

ALBIEN

Les assises crétacées reposent en discordance sur les couches ravinées du Jurassique ; les premiers dépôts crétacés de la région sont représentés par des sables qui recouvrent, à la Hève, les couches kiméridgiennes à *Pictonia Cymodoce*.

L'assise inférieure est formée de sables (Cr^1) roux ou blancs, ferrugineux ou micacés, parfois agglomérés en plaquettes, épais de 15 à 20 mètres. Ils n'ont fourni que des fossiles sans valeur stratigraphique notamment des crustacés, le *Thetis lævigata* Sow., des fragments de bois fossile, des cônes de *Cedrus Lennieri* Sap.

Au-dessus, viennent 4 à 5 mètres de gros graviers et de sables à gros grains consolidés en poudingue par un ciment ferrugineux

(Cr[2]). On y a recueilli, à plusieurs reprises, l'*Ostrea aquila* (d'Orb.) de l'Aptien et l'*Acanthoceras Milletianum* (d'Orb.) de l'Albien inférieur, avec d'autres espèces albiennes.

Cette série paraît représenter le faciès côtier de l'Albien ; la présence de l'*Ostrea aquila*, ou d'une forme voisine, indiquerait, soit l'existence de cette espèce pendant l'Albien, comme dans les Ardennes, soit un remaniement de formes aptiennes.

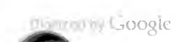
Albien supérieur. — A Cauville et à Octeville, entre les sables dont nous venons de parler et les premières assises cénomaniennes, il existe des argiles sableuses très glauconieuses, noires quand elles sont mouillées, d'un vert foncé lorsqu'elles sont sèches ; elles présentent, vers leur base, un cordon de phosphate tricalcique qui renferme de nombreux fossiles : *Inoceramus sulcatus* Park., *Schlœnbachia inflata* (Sow.), *Hoplites auritus* (Sow.). Il existe un ravinement entre ces dernières couches et les graviers qui les supportent.

CÉNOMANIEN

Cénomanien inférieur. — La délimitation du Cénomanien et de l'Albien supérieur est très difficile à tracer au point de vue stratigraphique ; il y a passage presque insensible entre les deux étages. Cependant on peut admettre que les couches désignées sous le nom de Gaize indiquent le début du Cénomanien.

Les assises inférieures du Cénomanien Cr[3], Cr[4] sont donc représentées par des argiles micacées sursiliceuses, qui sont désignées sous le nom de Gaize et qui contiennent, vers leur partie supérieure, des ammonites transformées en calcédoine, notamment *Schlœnbachia varians* (Sow.), ce qui a permis à la plupart des géologues français de les rattacher au Cénomanien. Ce niveau contient en outre : *Schlœnbachia falcata* (Mantell.), *Sch. inflata* (Sow.), *Hoplites auritus* (Sow.), *Hopl. splendens* (Sow.), *Cardiaster bicarinatus* (Agass.).

Au-dessus se présente la faune cénomanienne la plus typique. Le premier lit de glauconie sableuse (C[1]*a*) renferme, avec des spongiaires transformés en phosphate et roulés, des galets de phosphate et un grand nombre de fossiles : *Acanthoceras Mantelli* (Sow.), *Turrilites tuberculatus* (Bosc.), *Neithea quinquecostata* (Sow.), *Pecten asper* (Sow.), *Ostrea*



carinata (Sow.), *Lyra lyra* (Sow.), *Terebratula biplicata* (Sow.), *Terebratella pectita* (Sow.), *Kingena lima* (Defr.), *Rhynchonella compressa* (Lamck.), *Rh. Grasiana* d'Orb., *Pseudodiadema ornatum* (Agass.), *Discoïdea subuculus* Klein., *Stauronema Carteri* Pallas. — Par places on remarque de nombreux spongiaires siliceux, qui, traités par les acides, se dégagent en conservant d'une manière remarquable tous leurs caractères.

Les assises supérieures deviennent moins glauconieuses ; elles sont constituées par des calcaires jaunâtres ou blanc-jaunâtres qui contiennent de véritables bancs de silex noirâtres mats; trois de ces bancs (C^1a) se suivent dans les coupes avec une assez grande régularité. Ils proviennent en grande partie de la silice des spicules de spongiaires ; spicules qui sont très abondants dans le voisinage de certains silex. Les fossiles à ce niveau sont relativement rares, il faut citer : *Schlœnbachia falcata* (Mantell.), *Acanthoceras Mantelli* (Sow.), *Turrilites tuberculatus* Bosc, *Schlœnbachia varians* (Sow).

Cependant dans les assises dont nous venons de parler, à 24 mètres environ au-dessus de la glauconie inférieure, il existe une couche de nodules bruns de phosphate de chaux qui contient une faune plus riche : *Schlœnbachia varians* (Sow.) et var. *Coupei* (Brongn.), *Schlœnbachia falcata* (Mantell), *Acanthoceras Mantelli* (Sow.), *Hamites simplex* d'Orb., *Scaphites æqualis* Sow., *Turrulites costatus* Lamk., *Avellana cassis* d'Orb., *Terebratula squamosa* Mantell.

Le Cénomanien supérieur est très rarement représenté à la Hève, cependant dans les parties les plus élevées de la falaise qui avoisinent le phare, on trouve quelquefois des couches terminales qui ont été respectées par la décalcification et qui contiennent *Acanthoceras Rothomagense* (Lamk.), *Scaphites æqualis* (Sow.), *Schlœnbachia varians* (Sow.), *Holaster subglobosus* (Agass.).

Le Cénomanien supérieur est surtout bien développé à la côte Sainte-Catherine, près Rouen, où il présente des bancs à nombreux *Acanthoceras Rothomagense* (Lamk.) ; là les dernières couches cénomaniennes sont recouvertes par les assises à *Belemnitella plena*, base du Turonien.

SÉRIE TERTIAIRE

Éocène-Pleistocène

Le sommet du Cénomanien est décalcifié sur une plus ou moins grande épaisseur, et transformé en argile à silex qui pénètre profondément entre les pitons de craie respectés par la décalcification.

Cette argile à silex se trouve recouverte par une formation de sables blancs ou panachés de rouge avec veines d'argile plastique qui se rattachent au Thanétien et au Sparnacien (Éocène inférieur). Ces derniers dépôts, généralement remaniés avec l'argile à silex, forment souvent des couches irrégulières à la base du limon des plateaux dont l'épaisseur atteint une dizaine de mètres.

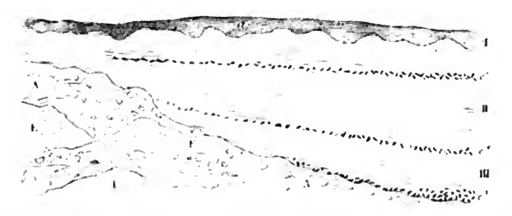


Fig. 2. — Coupe dans une exploitation de limon des plateaux du Hâvre (Figure communiquée par M Marcellin Boule)

E. Sables éocènes ; A. Argile à silex ; I. II. III. Assises de limon ; c^1. c^2. c^3. Cailloutis de base de diverses assises de limon ; *a* terre à briques.

Les diverses exploitations ouvertes pour les briqueteries dans les limons des environs du Havre montrent (Fig. 2) les trois divisions suivantes : A la base un lit de cailloux anguleux et peu roulés (C^3), recouvert par un limon compact rouge brun (*terre à brique*) ; — un second cailloutis (C^2) sépare cette première assise d'un limon jaunâtre avec nombreuses tubulures, empreintes charbonneuses de racines et de tiges disposées verticalement ; ce limon a les caractères du limon fendillé du Nord de la France ; — au-dessus d'un nouveau lit de cailloux anguleux vient l'assise supérieure, formée d'un limon jaune foncé, sableux, appelé *argilette* par les briquetiers, et dont la partie supérieure est altérée : il représente l'*ergeron* du Nord de la France.

L'assise inférieure a fourni *Rhinoceros tichorhinus*, *Elephas primigenius*, *Cervus elaphus*, etc., et de nombreux silex taillés appartenant aux divers types décrits sous les noms de Chelléen, Acheuléen, Moustiérien — qui se trouvent ici ensemble (coupe n° 2).

Sur la plage de Sainte-Adresse, au niveau des basses-mers, est un lambeau de limon où l'on a recueilli, en très grande quantité, des instruments en silex se rapprochant du type Chelléen. Ce gisement se rattache comme situation à celui qui forme la base de la petite terrasse quaternaire de Villerville.

Septième journée. — **Mercredi 5 septembre**

De Villerville à Beuzeval

Les Falaises qui s'étendent entre Trouville et Beuzeval montrent une série très importante d'assises, en général argileuses, qui appartiennent aux étages Callovien, Oxfordien, Séquanien, et à la base du Kiméridgien.

A. — De Villers-sur-Mer à Auberville Beuzeval (Fig. 3)

Dans les falaises dites des « Vaches-Noires » entre Beuzeval et Villers s'étagent des assises Calloviennes et Oxfordiennes dont le sommet se raccorde facilement avec les couches qui forment la base de la falaise de Trouville.

SÉRIE JURASSIQUE

Callovien

Le Callovien inférieur (couches à *Macrocephalites macrocephalus* et *Perisphinctes Kœnigii*) n'affleure pas sur les côtes mais la partie supérieure du Callovien moyen, représentée par des assises à *Rhynchonella spathica* et *Dysaster ellipticus*, vient d'être découverte par M. Douvillé près de la digue de Villers. Ce sont surtout les assises supérieures de cet étage qui prennent entre Dives et Villers-sur-Mer un très beau développement.

Callovien supérieur. — Le Callovien supérieur est représenté par des assises argileuses et argilo-calcaires. Certains lits contiennent quelques Ammonites phosphatés. Il a une épaisseur qui n'est pas inférieure à 54^{m}; 40 mètres de couches sont visibles dans la falaise d'Auberville.

L'assise inférieure à *Peltoceras athleta* (Phill.) affleurait à Dives au « Mauvais Pas »; l'affleurement est aujourd'hui masqué, mais il est parfois visible au large de Beuzeval. Les *couches à Peltoceras athleta* sont recouvertes par des argiles avec lits minces de marne endurcie qui forment une petite falaise sur le bord de la route de Dives à Beuzeval et dont le sommet, affleurant sur la plage entre Beuzeval et Auberville, forme le bas de la falaise au promontoire d'Auberville (k^{2a}). Dans ces argiles on rencontre *Quenstedticeras Lamberti* (Sow.), *Cosmoceras Duncani* (Sow.), *Distichoceras bipartitum* (Zieten), *Hecticoceras lunula* (Zieten), *Aulacothyris Bernardina* (d'Orb.), *Trigonia perlata* Agass., *Perna mytiloïdes* Lamk., *Plicatula tubifera* Lamk., *Pecten fibrosus* Sow., *Gryphæa dilatata* (Desh.). Elles se terminent par de petits bancs de marne endurcie, séparés par des argiles (k^{2b}) qui sont très fossilifères : *Peltoceras athletoïdes* Lahusen, *Quenstedticeras Lamberti* (Sow.), *Cardioceras Sutherlandiæ* (Murch.), *Pachyceras Lalandeanum* (d'Orb.), *Stephanoceras Goliathum* (d'Orb.), *Cosmoceras ornatum* (Sow.).

Au-dessus, vient une nouvelle

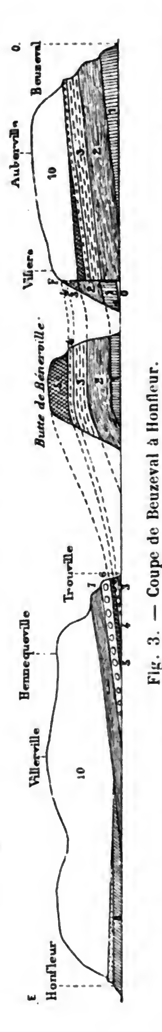


Fig. 3. — Coupe de Beuzeval à Honfleur.

1, couches à *Peltoceras athleta* et *Quenstedticeras Lamberti*; 2, couches à *Q. Mariæ*; 3, couches à *Cardioceras cordatum* et Oolithe à *Perisphinctes Martelli*; 4, oolithe à *N. scutatus*; 5, couches coralliennes; 6, couches siliceuses d'Hennequeville; 7, Séquanien; 8, Kiméridgien inférieur; 9, sables crétacés albiens; 10, Cénomanien.

masse d'argiles (k^{2c}) couronnée par un banc de marnes solides (k^{2a}) qui affleure sur la plage, un peu à l'O. de Villers ; ce banc est très fossilifère : *Quenstedticeras Lamberti* var. à grosses côtes, *Q. Mariæ* (d'Orb.), *Oppelia Villersensis* (d'Orb.), *Aspidoceras hirsutum* Bayle et de nombreux *Cerithium millepunctatum* Desl., *Littorina Meriani* (Goldf.), *Nucula*, *Arca*, *Ctenostreon proboscideum* (Sow.), espèces qui existent déjà dans les couches inférieures. La même faune se continue dans l'épaisse masse d'argiles grises et brunes qui viennent au-dessus et dans lesquelles la *Gryphæa dilatata* est très abondante.

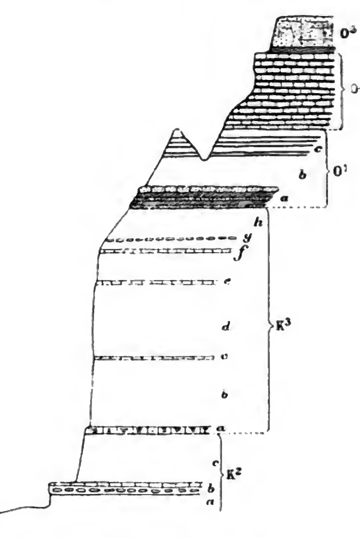


Fig. 4. — Coupe ou promontoire d'Auberville.

K². Couches à *Quenstedticeras Lamberti* : *a* Argiles à *Gryphæa dilatata* ; *b* Marnes à *Peltoceras athletoides* ; *c*. Argiles. — K³. Couches à *Quenstedticeras Mariæ* : *a*. Banc marneux très fossilifère ; *b*., *d*., *h*. Argiles ; *c*., *e*., *f*., *g*. petits bancs de calcaire marneux. — O¹. Couches inférieures à *Cardioceras cordatum* : *a* Calcaires à oolithes ferrugineuses ; *b*., *c*. Argiles et Marnes à *Alectryonia gregarea*. — O². Couches supérieures à *Cardioceras cordatum*. — O³. Oolithe blanche à *Nucleolites scutatus*.

Oxfordien

Les dépôts argileux, argilo-calcaires, et les calcaires oolithiques de l'Oxfordien sont, vers leur partie terminale, en relation avec des formations coralliennes.

L'Oxfordien inférieur débute par (o^{1a}) 3 bancs de calcaire marneux bruns à oolites ferrugineuses, séparés par des lits d'argile ; ils contiennent la faune typique du niveau à *Cardioceras cordatum* : *C. cordatum* (Sow.), *C. vertebrale* (Sow.), *Peltoceras Constantii* (d'Orb.). *Pelt. Arduennense* (d'Orb.), *Aspidoceras perarmatum* (d'Orb.), *Modiola Villersensis* Oppel, *Lopha flabelloïdes* (Lamk.). Au-dessus se montre une série d'argiles et de marnes où abonde notamment l'*Alectryonia gregarea* (Sow.).

Les modifications qui doivent amener la formation des récifs coralliens commencent ensuite à se faire sentir et s'accentuent de plus en plus à mesure que l'on s'élève dans la série. Ce sont d'abord des alternances de lits marneux et argileux et de petits lits de lumachelle avec grains ferrugineux oolithiques de formes irrégulières. On y trouve des *Cardioceras* différents de *C. cordatum*, la *Trigonia Woodwardi* Lycett. Au-dessus on rencontre les petits bancs oolithiques gris bleuâtres de la base de la falaise de Trouville ; ils renferment des *Nucleolites scutatus*, de grands *Perisphinctes*, *Aspidoceras faustum* Bayle et *Cardioceras* spec.

Comme à Trouville, ces calcaires en petites couches sont recouverts par l'oolithe blanche à *Nucleolites scutatus* qui forme un gros banc très reconnaissable, au sommet de l'escarpement.

SÉRIE CRÉTACÉE

CÉNOMANIEN

En haut des falaises et un peu en arrière se trouve une seconde falaise formée par des assises cénomaniennes qui ont à très peu de choses près la même constitution que celles dont il a déjà été question dans l'excursion du Havre. Souvent sur la plage on voit de nombreux blocs cénomaniens dont quelques-uns renferment des Echinides et des *Terebratula*, etc.

B. — De Villerville à Hennequeville et Trouville (Fig. 5)

Entre Villerville et Hennequeville on peut étudier très facilement les assises jurassiques qui se montrent au-dessus des couches à *Cardioceras cordatum* pour se terminer au Kiméridgien inférieur.

SÉRIE JURASSIQUE

OXFORDIEN (*suite*)

Les couches à *Aspidoceras faustum* qui forment la base de la falaise à l'E. de Trouville, sont constituées par une série de petits bancs de calcaire marneux à oolithes grises ou ferrugineuses avec délits argileux ou lits d'argile. Les calcaires de la base de la coupe (o^{2a}) sont très fossilifères : la surface de certains bancs est couverte de Gervillies et de Trigonies ; on y trouve de grands *Perisphinctes*, avec *Aspidoceras faustum* Bayle, le *Belemnites excentralis* Young et Bird, *Nucleolites*

scutatus Lamk.; *Cardioceras cordatum* (Sow.). Un gros banc de calcaire jaunâtre à oolithes ferrugineuses irrégulières (o^{2c}) est très fossilifère ; il contient : *Trigonopis Venus* (d'Orb.). *Cerithium Struckmanni* de Loriol, *Littorina Buvignieri* (d'Orb.). A la partie supérieure ce faciès oolithique est plus accentué; dans un gros banc de calcaire avec pisolithes (o^{2d}) contenant des fossiles roulés et encroûtés on rencontre *Nucleolites scutatus;* ce banc est séparé en deux par un délit argileux et on trouve à la surface supérieure un lit de fossiles roulés et de galets aplatis perforés. Les lits argileux se développent localement aux dépens des bancs calcaires.

Vient ensuite (o^3) un gros banc de calcaire oolithique blanc, quelquefois bleuâtre, surtout à la base, et dans lequel le *Nucleolites scutatus* est particulièrement abondant. Ce calcaire, qui contient notamment *Perisphinctes Martelli* (d'Orb.), *Cardioceras sp.* forme un excellent horizon depuis Hennequeville jusqu'à Beuzeval.

Après une alternance de calcaires oolithiques et pisolithiques et d'argile avec oolithes, on trouve (o^{4a}) un gros banc de calcaire à fossiles roulés et encroûtés : *Nerinea*, *Cerithium Struckmanni* de Loriol, *Trigonopis Venus* (d'Orb.), une petite *Exogyra* très abondante. C'est un véritable coral-rag qui a ici 4^m20 de puissance et forme un niveau très net.

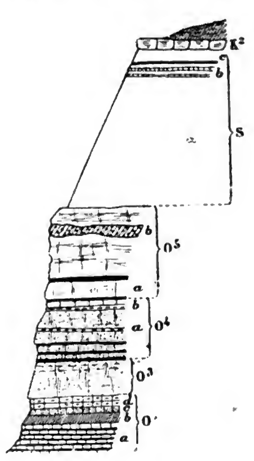


Fig. 5. — Coupe de la falaise entre Trouville et Villerville.

O². Couches supérieures à *Cardioceras cordatum*. *a*. Calcaires très fossilifères; *b*. Argile ; *c*. Calcaire à oolithes ferrugineuses ; *d*. Calcaire à pisolithes. — O³. Oolithe blanche à *Nucleolites scutatus*. — O⁴. Couches coralliennes : *a*. Calcaire à pisolithes et fossiles roulés ; *b*. Calcaire à Polypiers. — O⁵. Couches siliceuses de Hennequeville : *a*. Banc à fossiles calcaires ; *b*. Couches de silex. — S. Séquanien : *a*. Argiles ; *b*. Grès ferrugineux et lumachelles ; *c*. Bancs d'*Ostrea deltoidea*. — K². Calcaires Kimérldgiens à *Harpagodes* (Ptérocères).

Le faciès oolithique disparaît brusquement avec un petit niveau de calcaire jaunâtre (o^{4b}) renfermant des baguettes de *Cidaris florigemma* (Phill.), des Nérinées, des Polypiers, et rap-

pelant absolument le calcaire à Polypiers si développé à Bénerville; il n'a ici que 0^m35 à 0^m45 d'épaisseur et se lie intérieurement aux couches supérieures et inférieures.

Quand on suit vers l'O. ces assises (o^4) on les voit changer de caractère; près des Bains de Hennequeville, des blocs éboulés de la falaise, qui est ici inaccessible, indiquent l'existence du Calcaire à Polypiers, mais, vers Trouville, il est remplacé par des calcaires fins avec baguettes de *Cidaris florigemma* qui se continuent dans Trouville même, où ils ont été exploités (rue d'Aguesseau); dans cette carrière, l'*Hemicidaris crenularis* (Agass.) et le *Cidaris florigemma* (Phill.) étaient assez fréquents.

La série supérieure aux calcaires oolithiques (o^5) présente des caractères minéralogiques très tranchés, dus en partie à des actions secondaires, à la pénétration de la silice qui a cimenté les éléments primitifs de la roche, remplacé le test des fossiles, et s'est concentrée en gros bancs de silex d'un noir grisâtre, à surface mamelonnée. Ces bancs de silex sont localisés vers la partie supérieure (o^{5b}), mais seulement par places. Dans les blocs éboulés sur la plage ils sont isolés par l'action des vagues de leur gangue moins résistante et forment, notamment aux Roches-Noires, des amoncellements considérables. De petits bancs oolithiques intercalés au sommet des couches siliceuses renferment abondamment *Cerithium Struckmanni* de Loriol, *Ovactæonina Stueri* Cossmann, des *Lucina*, *Astarte*, *Isodonta*, etc. ; en certains points la *Trigonia Bronni* (Agass.), couvre, par centaines, la surface de certains bancs : on y a recueilli, à plusieurs reprises, un *Perisphinctes* très voisin du *P. Martelli*. Tous les fossiles de ces couches supérieures sont siliceux, mais à la base, un banc plus calcaire (o^{5a}), limité en haut et en bas par des lits argileux, renferme des fossiles à test calcaire (*Pseudomelania*, *Nerinea*, *Natica*).

Les « grès d'Hennequeville à *Trigonia Bronni* » se terminent par un banc à surface irrégulière, au-dessus duquel la nature des couches change brusquement. Ce banc est recouvert par un massif argileux (S) dont l'épaisseur atteint, d'après M. Douvillé, plus de 16 mètres.

Les 13 mètres inférieurs (S^a) sont formés d'une argile compacte avec lits de Trigonies clavellées et de grandes Pernes, ou de petits fossiles très nombreux. Tous ces fossiles ont conservé leur test, mais sont très fragiles : *Astarte scalaria* Rœmer, *Corbulomya Glosensis* (Zitt. et Goubert), *Ceromya Brongniarti* Rœmer, *Pleuromya Bronni* (Zitt. et Goubert), *Nucula Menkii* (Rœmer), *Leda Cypris* d'Orb. ; on trouve aussi disséminée une petite *Exogyra* voisine de *E. virgula*, mais à côtes plus grosses.

La faune se complète par un *Perisphinctes* voisin de *P. Achilles* (d'Orb.), et *Cardioceras alternans* (V. Buch.).

Au-dessus. s'intercalent (s^b) des bancs plus ou moins réguliers de grès ferrugineux passant au poudingue à galets pisaires, ou à des lumachelles de *Turritella corallina* (Zitt. et Goub.), avec concrétions ferrugineuses et galets de calcaires marneux perforés.

Enfin dans les argiles du sommet (S^c) est un petit lit d'*Ostrea deltoïdea* souvent fixées à du bois fossile.

Ces « argiles de Villerville » représentent un faciès vaseux du Séquanien ; le banc si remarquable de « calcaire à Trigonies » du Havre manque ici. D'ailleurs ces argiles se transforment rapidement vers le Sud et font place à des sables très développés et très fossilifères dans les environs de Lisieux (Sables de Glos).

Les calcaires à Ptérocères se retrouvent au-dessus des argiles de Villerville avec une faune et des caractères identiques à ceux du Havre.

Coupe annexe. — Butte de Bénerville (fig. 3).

Le sommet de l'oolithe blanche à *Nucleolites scutatus* qui, à l'O. de la falaise de Trouville, se trouve à environ 10 mètres au-dessus du niveau de la mer, s'élève rapidement vers l'O. et atteint à la Butte de Bénerville l'altitude de 80 mètres. Elle s'abaisse de nouveau vers l'O. où elle se trouve dans la tranchée de la gare de Villers ; d'autre part on a recueilli dans les éboulis de la pointe de Bénerville *Aulacothyris Bernardina* (d'Orb.) des couches à *Q. Lamberti* qui sont au niveau de la mer à Auberville ; enfin malgré l'altitude de la butte, supérieure à celle du sommet du Jurassique à l'E. et à l'O., le Cénomanien manque à Bénerville. Il existe donc en ce point un bombement très manifeste, limité à l'O. par une faille qui fait buter à la gare de Villers l'oolithe à *Nucleolites scutatus* contre le Cénomanien. Récemment M. Douvillé a montré (C.-R. somm. S. G. Fr. 1899, p. 133) que l'axe de ce pli se trouve à Villers et non à Bénerville.

La Butte de Bénerville montre un grand développement des assises coralligènes. Au-dessus de l'oolithe à *N. scutatus* se développent 25^m de couches calcaires à structure caverneuse et irrégulière, avec nombreux Polypiers, Nérinées, Cérithes, Littorines, *Cidaris florigemma* Agass., *Hemicidaris*

crenularis Phill., dont les blocs éboulés au promontoire donnent une très bonne idée. Le grand développement de ces couches, quand on le compare aux assises analogues de la coupe de Trouville, où le calcaire à Polypiers (o^{4b}, fig. 4) n'a que 0,35 à 0,45 d'épaisseur, peut s'expliquer par la nature des sédiments, formés en grande partie à Bénerville de dépôts zoogènes, ou par une transformation latérale englobant les grès de Hennequeville.

Huitième journée. — Jeudi 6 septembre

De Ranville à Lion-sur-Mer. Luc. Langrune et Saint-Aubin.

Ces falaises sont constituées par des calcaires du Bathonien supérieur et montrent quelques petits lambeaux de *pleistocène* marin.

SÉRIE JURASSIQUE

BATHONIEN

Le Bathonien du Calvados comprend, de bas en haut :

1° Les assises Vésuliennes, formées d'argiles et de calcaires marneux, qui seront étudiés à Port-en-Bessin, ou de calcaires

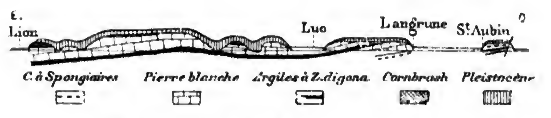


Fig. 6. — Coupe de Saint-Aubin à Lion.

blancs (pierre de Caen). L'étude du faciès calcaire ne présenterait aucun intérêt ; il est très peu fossilifère et les escarpements du bord de l'Orne, la tranchée du chemin de fer à la sortie de Caen sur Paris, en donnent une idée suffisante. Signalons seulement que le Calcaire de Caen a fourni un grand nombre de débris de Reptiles : *Teleosaurus Cadomensis* (Geoffroy St-Hil.), *Teleidosaurus Calvadosi* (Desl.), *Stenosaurus megistorhynchus* (Geoff. St-Hil). et *S. Larteti* (Desl.), *Megalosaurus Bucklandi* (Meyer.).

2° Des calcaires et des sables calcaires grossiers, souvent oolithiques, parfois avec petits lits de silex, qui ne sont fossilifères que dans l'arrondissement de Falaise, où ils renferment notam-

ment *Purpuroïdea minax* (Piette), *Macrodon Hirsonense* (d'Arch.), *Lucina Orbignyana* (d'Arch.), *Terebratula maxillata* (Sow.), et des *Polypiers*. La faune de Céphalopodes de cette *oolithe miliaire* n'est pas connue.

3° Au-dessus viennent les assises à *Eudesia cardium*.

Et enfin 4° les assises du *Cornbrash*.

Les couches à *Eud. cardium* sont formées de calcaires grossiers, à faciès de charriage, avec fossiles brisés et parties oolithiques (pierre blanche de Langrune) dans lesquels peuvent s'intercaler à plusieurs niveaux des lits argileux et marneux (faciès de *caillasse*). Plusieurs surfaces durcies et perforées, parfois sans continuité, et correspondant à des changements dans les caractères des courants, s'observent au contact des assises argileuses avec les assises calcaires.

Le faciès de la pierre blanche est très pauvre en Céphalopodes; les fossiles les plus abondants sont : *Nerinea funiculus* (Desl.), *Ditremaria globulus* (Desl.), *Capulus rugosus* (Sow.), *Patella nitida* (Desl.), *Corbis crassicosta* (d'Orb.), *Dictyothyris coarctata* (Park.), *Eudesia flabellum* (Defr.), *Disculina hemisphærica* (Sow.), *Polycyphus Normannianus* (Desor), *Pseudodiadema subcomplanatum* (Desor), *Acrosalenia spinosa* (Agassiz.). A Luc et à Lion, on a trouvé des lentilles de calcaire à crinoïdes formées par l'accumulation d'individus de *Pentacrinus Nicoleti* (Desor) et *Antedon Schlumbergeri* de Loriol, à Langrune, des groupements d'*Hemicidaris Langrunensis* Cotteau avec leurs baguettes et leur appareil masticateur. A Saint-Aubin, des récifs de *Cupulospongia magna* (d'Orb.) s'élèvent au milieu de calcaires à Bryozoaires formés surtout de *Spiropora*; de nombreux *Thecidea triangularis* (d'Orb.) adhèrent au récif; l'argile qui remplit l'intérieur des Spongiaires renferme de nombreux individus de jeunes Brachiopodes, et la *Crania Ponsorti* (Desl.).

La petite falaise de Langrune montre l'intercalation dans la pierre blanche d'un lit d'argile et de calcaire argileux rempli de Brachiopodes : *Eudesia cardium* (Lamk.), *Zeilleria digona* (Sow.), *Terebratula intermedia* (Sow.), *Rhynchonella concinna*, (Sow.); les oursins suivants sont plus rares : *Hemicidaris Luciensis* (d'Orb.), *H. Langrunensis* Cotteau.

A Ranville et à Bénouville un autre banc argileux renferme en outre : *Rhynchonella Boueti* (Dav.), *Rh. obsoleta* (Sow.), *Rh. phaseolina* (Desl.), *Dictyothyris coarctata* (Sow.), *Millericrinus Carabeufi* de Loriol. Ces bancs argileux, quelquefois terminés en biseau, se relient comme faciès aux calcaires marneux désignés

sous le nom de caillasses et qui correspondent comme eux à une modification dans les courants.

Le banc typique de caillasse qui a fourni la plus grande partie des fossiles de Ranville n'existe plus que dans les parties les plus profondes de la surface ondulée et perforée de la pierre de taille; il a été arasé par les argiles à *Z. digona*.

La caillasse est un faciès à Myaires et Céphalopodes. On y a recueilli : *Sphœroceras Ymir* (Oppel), *Perisphinctes* cf. *quercinus* (Terq. et J.), *P. arbustigerus* (d'Orb.). *Pictonia Wagneri* (Oppel), *Reineckeia sub Backeriæ* (d'Orb.), *Œkotraustes serrigerus* (Waagen), *Oppelia aspidoïdes* (Oppel.), *Apiocrinus elegans* (Defr.), de nombreux Bryozoaires etc., etc.

Au Maresquet, un niveau plus élevé, connu sous le nom de Niveau à *Heligmus polytypus* (Desl.) renferme une faune analogue mais, en outre, *Zeilleria Ranvilliana* (E. Desl.), *Terebratula circumdata* E. Desl., particulièrement abondantes, et une variété de *Z. digona* spéciale à ce niveau.

Cornbrash. — La partie terminale des calcaires à *E. cardium* est nivelée, durcie et perforée, avec *Ostrea Wiltonensis* Walker et *O. lingulata* Walker adhérentes. Elle est surmontée par des argiles avec petits bancs de calcaires marneux dont l'aspect contraste absolument avec celui du Bradfordien.

La base, formée d'argiles bleues, renferme assez abondamment : *Rhynchonella Morieri* (Dav.), *Terebratula Fleischeri* (Oppel), *Ostrea lingulata* Walker. Au-dessus, des argiles jaunâtres avec petits bancs de calcaires marneux contiennent : *Oxynoticeras Hochtetteri* (Opple). *Perisphinctes procerus* (Seebach). *Homomya gibbosa* (Sow.), *Avicula echinata* (Sow.). *Eudesia cardium* (Lamk.), *Zeilleria umbonella* (Lamk.), *Dictyothyris reticulata* (Schl.).

SÉRIE TERTIAIRE

Pleistocène

Les calcaires bathoniens de la petite falaise du Câtel à Saint-Aubin sont couronnés par un dépôt de galets avec lits de sables contenant à 2m50 au-dessus des hautes mers actuelles : *Cardium edule*, *Buccinum Groenlandicum*, et des *Nummulites lævigata* roulées. Sables et galets sont recouverts par des limons, jaunes à la base et avec poupées calcaires (*fauvet*), rougeâtres et décalcifiés en haut (rougeaut) qui comblent entre Luc et Lion d'anciennes vallées quaternaires. Près de Luc, à la Brèche Marais, on a recueilli à la base de ces limons des dents d'*Elephas primigenius* associées à des instruments en silex du type Moustiérien.

Néopléistocène

Le fond rocheux de la vallée de l'Orne se trouve à l'embouchure à 35m de profondeur : l'ancien estuaire est remblayé par des tourbes qui reposent sur un lit de galets et sont recouvertes par des tangues à *Psammobia plana*. Dans la tourbe on a rencontré à Caen (Pont de Vaucelles) une pirogue renversée sur un squelette dont le crâne offre le caractère néolithique ; il en est de même du crâne dragué dans les travaux en face de Bénouville.

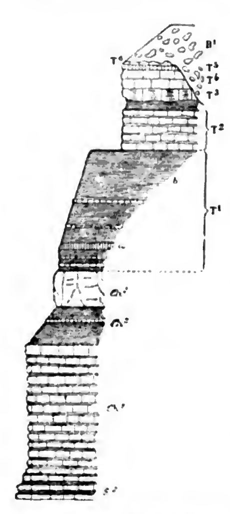


Fig. 7. — Coupe des carrières de Tilly-sur-Seulles.

S^1. Sinémurien supérieur : Couches à *Rhynchonella Thalia*. — Ch. Charmouthien : 1 Calcaires marneux à *Zeilleria numismalis* ; 2. Argiles à *Amaltheus margaritatus* ; 3. Calcaire à *Amaltheus spinatus* (banc de roc). — Tt. Toarcien : T^1. Couches à *Harpoceras falciferum* : *a*. Couche à *Cadomella* (c. à *Leptæna*) ; 2. Schistes à Poissons. — T^2. Couches à *H. bifrons* ; — T^3. Zone à *Haugia variabilis* ; T^4. Zone à *Grammoceras Toarcense* ; T^5. Zone à *Dumortieria* ; T^6. Zone à *Ludwigia opalina* ; B^1, Bajocien inférieur décalcifié.

A cette couche se rattache la tourbière sous-marine, connue d'ailleurs sur tout le littoral, qu'on observe au débouché du ruisseau séparant Luc de Langrune. Cette tourbe avec souches en place et troncs d'arbres couchés repose sur une argile blanc verdâtre avec concrétions calcaires qui renferme, comme la tourbe, des Mollusques terrestres ou d'eau douce de la faune actuelle : *Lymnæa*, *Planorbis*, *Bithinia tentaculata*, *Cyclostoma elegans*, *Helix nemoralis*.

Ces faits indiquent un affaissement général de la région dont les effets sont atténués dans l'estuaire par l'importance des apports provenant de la destruction des falaises. Ces matériaux charriés par les courants dont la direction dominante est de l'O. à l'E., ont repoussé de plus en plus vers l'E. l'embouchure de l'Orne par l'édification de la pointe du Siège, à l'abri de laquelle l'estuaire s'est comblé.

NEUVIÈME JOURNÉE. — **Vendredi 7 septembre**

De Tilly-sur-Seulles à Sully et Port-en-Bessin.

SÉRIE JURASSIQUE

CHARMOUTHIEN

Dans cette excursion le Charmouthien, le Toarcien, le Bajocien et le Bathonien seront examinés dans l'intérieur des terres et dans les falaises du littoral.

A. — Carrières de Tilly-sur-Seulles (Fig. 7).

Le Charmouthien et le Toarcien se développent dans le Bessin avec un faciès vaseux ; la transgression liasique n'a atteint Tilly qu'avec les couches terminales du Sinémurien reposant sur les schistes précambriens.

Les assises les plus inférieures, visibles dans les exploitations, sont formées par une alternance de petits bancs de calcaires marneux et d'argiles, à la base desquels se trouve abondamment : *Rhynchonella Thalia* (d'Orb.) avec *Zeilleria cor* (Lamk.), *Spiriferina verrucosa* (de Buch), *Gryphæa cymbium* (Lamk.), var. *Macculochi* (Goldf.). Plus haut, dans la même série, on recueille *Zeilleria numismalis* (Lamk.), *Pachyteuthis clavatus* (Blainv.). Le Sinémurien terminal se lie minéralogiquement au Charmouthien et l'absence de Céphalopodes n'a pas permis de les séparer.

Au-dessus viennent des argiles remplies de Bélemnites avec *Pachyteuthis umbilicatus* (Blainv.), *P. clavatus* (Blainv.), *M. paxillosus* (Schloth.), accompagnant *Phylloceras Loscombi* (Sow.), *Deroceras Davæi* (Sow.), *Amaltheus margaritatus* (Sow.), *Liparoceras striatum* (Rein.), *Grammoceras Normannianum* (d'Orb.) *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Ægoceras capricornu* (Schloth.).

Le Charmouthien se termine par un gros banc de calcaire très constant dans le Calvados (Banc de Roc), avec *Amaltheus spinatus* (Brug.), *A. margaritatus* (Montf.), *A. Engelhardti* (d'Orb.), *Lytoceras fimbriatum* (Sow.), *Megateuthis paxillosus* (Schloth.), *Gryphæa cymbium* (Lamk.), var. *gigantea* (Sow.), *Pecten æquivalvis* (Sow.), *lisiacus* (Nyst.), *Rhynchonella acuta* (Sow.), *R. tetraedra* (Sow.), *Spiriferina pinguis* (Zieten). *S. rostrata* (Schloth.), *Zeilleria cornuta* (Sow.). *Z. quadrifida* (Lamk.), *Aulacothyris resupinata* (Lamk.), *Terebratula punctata* (Sow.).

Toarcien

Le faciès vaseux se continue à la base du Toarcien. La zone à *Harpoceras falciferum* est formée d'argiles et de schistes argileux avec cordons de nodules calcaires (miches). Vers la base, un petit lit moins argileux (couche à *Koninckella*), renferme de nombreux petits Brachiopodes : *Cadomella Moorei* (Dav.), *Koninckella Bouchardi* (Dav.), *Rhynchonella pygmæa* (Morris), *Terebratula globulina* (Desl.). Dans les blocs calcaires, on rencontre généralement des Ammonites, notamment *Harp. falciferum* (Sow.). Les schistes supérieurs (T 1 *b*) présentent des débris de poissons (*Leptolepis Bronni* Agass.) Tout cet ensemble correspond aux couches à poissons de la Caine, synchroniques des Schistes de Boll (Wurtemberg).

Vient ensuite une série de petits bancs de calcaires marneux, avec oolithes ferrugineuses dans les lits supérieurs, séparés par des petits lits d'argile et représentant, sous une forme condensée, les diverses zones du Toarcien.

A la base (T 2), la zone à *Harpoceras bifrons* (Brug.) est très riche en Ammonites : *Cœloceras Requienianum* d'Orb.), *C. crassum* (Young et Bird.), *C. annulatum* (Sow.), *Dactylioceras commune* (Sow.), *Phylloceras heterophyllum* (Sow.), *Hildoceras Levisoni* (Simpson).

La zone à *Haugia variabilis* (d'Orb.), mieux développée dans la localité voisine de Fontenay-le-Pesnel (T 3), renferme, outre l'espèce caractéristique : *Lytoceras sublineatum* (Oppel), *Lillia Iserensis* (Oppel), *Hammatoceras insigne* (Schubler). Les couches à *Grammoceras Toarcense* (d'Orb.) sont bien caractérisées (T 4) et se retrouvent à May ; elles se terminent par l'horizon à *Dumortieria* (T 5). Les calcaires à *Ludwigia opalina* (Rein.) ont remanié la zone à *Grammoceras Aalense* (Zieten), dont les nombreuses Ammonites, à l'état phosphaté, forment un cordon dans les couches à *L. opalina* (T 6); ce sont : *Grammoceras mactra* (Dum.), *G. Dumortieri*, *G. Moorei* (Lycett), *G. costula* (Rein.), etc.

Enfin la couche se termine par des argiles à silex (B 1) avec quelques fossiles silicifiés : *Rhynchonella Moorei* Dav., *R. liostraca* S. Buckm., *Terebratula Eudesi* Oppel. Ces argiles résultent de la décalcification des calcaires à silex du Bajocien inférieur, décalcification qui s'est aussi étendue aux couches toarciennes, creusées de poches remplies d'argile rouge avec fossiles des zones à *Gr. Aalense*, et à *Dumortieria*.

B. — Carrières de Sully, près Bayeux (fig. 8).

Ces carrières sont célèbres par la beauté et le nombre des fossiles bajociens que l'on y rencontre.

BAJOCIEN

Les calcaires à silex du Bajocien inférieur, que nous avons vus décalcifiés à la partie supérieure de la carrière de Tilly-sur-Seulles, se trouvent à Sully à la base de la carrière. Le niveau de ces calcaires à silex qui est très constant dans le Bessin, n'est pas exactement fixé. La présence de *Sonninia modesta* S. Buckm. et *S. substriata*, S. Buckm., fait penser qu'ils correspondent aux zones à *Harpoceras concavum* et *Hyperlioceras discites*.

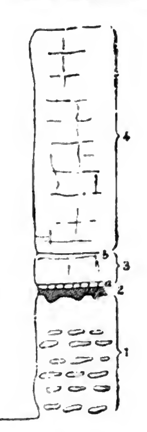


Fig. 8.
Coupe de la carrière de Sully.

1. Calcaires à silex ; 2. Zone à *Sphæroceras Sauzei* ; 3. Oolithe ferrugineuse : *a*. Conglomérat ; *b*. Zone à *Cœloceras linguiferum*. — 4. Oolithe blanche.

Les couches à *Witchellia* font défaut et le sommet raviné et perforé des calcaires à silex est recouvert par les calcaires à parties phosphatées de la zone à *Sphæroceras Sauzei* (d'Orb.), avec *Sonninia propinquans* Bayle, *S. corrugata* (Sow.), *S. patella* (Waagen), *Sphoeroceras meniscus* (Waagen), *S. Polyschides* (Waagen), *Cœloceras Baylei* Oppel, *Oppelia præradiata* Douvillé.

Les couches à *Sonninia Romani* ont peut-être été démantelées par le Bajocien supérieur, dont les nodules du Conglomérat ferrugineux de la base renferment notamment *Pæcilomorphus cycloïdes* (d'Orb.), *Sonninia corrugata* (Sow.), *Oppelia præradiata* Douvillé. En tous cas le sommet des couches à *Sph. Sauzei* est durci et percé de trous de Lithophages au contact de l'oolithe ferrugineuse.

L'Oolithe ferrugineuse débute par une zone de nodules ferrugineux (conglomérat de Bayeux) ; elle a une épaisseur maximum de 80 centim. qui se réduit à o m. 60 et même à o m. 30 sur certains points de la carrière. M. Brasil a pu

y distinguer plusieurs zones qui de bas en haut sont ainsi caractérisées :

(*a*). Zone à *Cœloceas Blagdeni* (faune propre du Conglomérat) : *Dorsetensia complanata* (S. Buckm.), *D. Edouardiana* (d'Orb.), *Pœcilomorphus cycloïdes* (d'Orb.), *Œkotraustes genicularis* (Waagen), *Cœloceras* nombreux *C. Blagdeni* (Sow.), *C. Brackenridgi* (Sow.), *C. subcoronatum* (Oppel). *C. plicatissimum* (Quenst.), *Sphæroceras Brongniarti* (Sow.).

(*b*). Zone à *Cosmoceras subfurcatum* (Zieten) : *Cosmoceras Garantianum* (d'Orb.). *Perisphinctes Martini* (d'Orb.), *P. Davidsoni* (Buckm.), *Cœloceras Deslongchampsi* (d'Orb.).

(*c*). Zone à *Lytoceras Eudesianum* (d'Orb.) : apparition des *Parkinsonia : P. Parkinsoni* (Sow.), *P. ferruginea* (Schlœnb.), *Phylloceras heterophylloïdes* (Oppel).

(*d*) Zone à *Cœloceras linguiferum* (d'Orb.) : *Cadomoceras Cadomense* (Defr.), *Morphoceras Defrancei* (d'Orb.), *M. dimorphum* (d'Orb.).

Cette dernière zone contient moins d'oolithes ferrugineuses que les précédentes et se lie à l'Oolithe blanche, dont la base est seule représentée à Sully et qu'on retrouvera très développée entre Port-en-Bessin et Sainte-Honorine-des-Pertes.

C. — Falaises entre Port-en-Bessin et Sainte-Honorine-des-Pertes (fig. 9 à 11).

Les falaises qui avoisinent la Brèche de Sainte-Honorine sont formées par les calcaires de l'Oolithe blanche, épais de

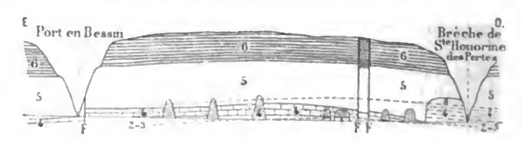


Fig. 9. — Coupe de Port-en-Bessin à Sainte-Honorine-des-Pertes.

1, calcaires à silex ; 2, C. à *Sph. Sauzei* ; 3, oolithe ferrugineuse ; 4, oolithe blanche ; 5, Vésulien ; 6, oolithe miliaire ; FF, failles.

13m, surmontés par un talus d'argile et calcaires vésuliens, que domine un escarpement de calcaires avec petits lits de silex appartenant à l'oolithe miliaire bathonienne.

Bajocien (*suite*) : L'Oolithe blanche qui termine le Bajocien supérieur est composée de gros bancs de calcaires à oolithes irrégulières, blanches ou jaunâtres, avec Spongiaires isolés ou forment des lits. Elle contient peu de Céphalopodes : *Parkinsonia Parkinsoni* (Sow.), *Oppelia subradiata* (Sow.), *Belemnopsis sulcatus* (Miller), et est surtout caractérisée par *Rhynchonella plicatella* (Sow.), *Terebratula Phillipsi* Morris, *Dictyothyris hydrida* E. Desl., *Morierei* Dav., *Stomechinus bigranularis* Lamk.

Bathonien

A la base du Bathonien se trouvent deux bancs calcaires qui se relient pétrographiquement au Bajocien, dont ils conservent quelques fossiles ; ils sont caractérisés par :

Belemnopsis bessinus (d'Orb.), *Oppelia fusca* (Oppel), *Parkinsonia Wurtembergica* (Oppel), *Perisphinctes procerus* (Seebach).

Le Vésulien, épais d'environ 30^{m}, est formé d'argiles noires avec bancs de calcaires marneux. A la base, un banc calcaire affleurant à l'E. de Port-en-Bessin, est très fossilifère et renferme : *Oppelia fusca* (Quenst.), *Oppelia aspidoides* (Oppel), *Morphoceras polymorphum* (d'Orb.), *Pictonia ziczac* (d'Orb.), *Perisphinctes procerus* (Seebach), *Parkinsonia Wurtembergica* (Oppel.), *Belemnopsis Bessinus* (d'Orb.), *Terebratula sphæroidalis* Sow., *Acanthothyris spinosa* (Phill.) ; dans les argiles placées au-dessus, le *Belemnopsis Bessinus* (d'Orb.) est abondant.

Rappelons que ce faciès argileux du Vésulien est remplacé à l'E. par le faciès calcaire de la Pierre de Caen.

Les calcaires avec petits lits de silex qui forment le sommet de l'escarpement appartiennent à l'Oolithe miliaire.

Plissements et Fractures

Entre Sainte-Honorine et Port-en-Bessin, les assises bajociennes et bathoniennes présentent un anticlinal dont l'axe correspond au point dit les Hachettes (Fig. 9). Cet anticlinal se complique de failles conjuguées, les unes parallèles à l'axe, les autres transversales, c'est-à-dire parallèles à la direction générale de la côte. Les relations des compartiments compris entre les failles de ce dernier système sont telles que les

couches au Nord de la faille sont relevées par rapport à celles qui sont au Sud.

Ce bombement est très nettement marqué dans la série de contreforts adossés à la falaise, qui sont les restes d'un compartiment surélevé au Nord de la faille méridionale. Au centre du bombement (Fig. 10), on trouve successivement, au-dessous de l'oolithe blanche, l'oolithe ferrugineuse très réduite ($0^{m}35$ à $0^{m}15$), mais dont la base reste très nettement marquée par son cordon de gros nodules ferrugineux, puis les calcaires phosphatés de la zone à *Sph. Sauzei* et, enfin, 3^{m} de calcaires à silex du Bajocien inférieur. Les couches s'abaissent vers l'O. de telle sorte qu'à 300^{m} de Sainte-Honorine (Fig. 11), les couches à *Sph. Sauzei* sont au pied de la falaise, et qu'à la brèche de Sainte-Honorine la falaise est formée, dans toute sa hauteur, par l'oolithe blanche; de même, à l'E., les témoins les plus rapprochés de Port-en-Bessin ne montrent plus au-dessous du Vésulien qu'une partie de l'oolithe blanche. L'abaissement des assises, au moins du côté E., est d'ailleurs dû en partie à des failles parallèles à l'axe du bombement : la plus importante amène à Port-en-Bessin une dénivellation accentuée des assises vésuliennes.

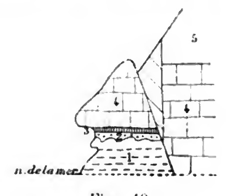


Fig. 10.

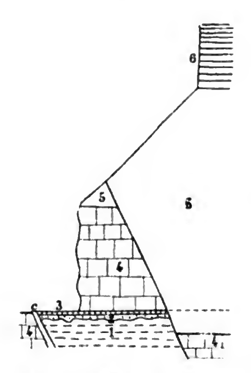


Fig. 11. — Failles des Hachettes

1. Calcaires à silex ; 2. C. à *Sph. Sauzei* ; 3. Oolithe ferrugineuse ; 4. Oolithe blanche ; 5. Vésulien ; 6. Oolithe milliaire ; C. veine de calcite ; FF. Failles.

Le compartiment auquel appartiennent les témoins étudiés est séparé au Nord d'un autre compartiment par une faille qui relève l'Oolithe blanche au niveau de l'Oolithe

ferrugineuse et des calcaires à silex; vers Sainte-Honorine, un filon de calcite jalonne cette faille.

A Port-en-Bessin, on voit sortir, au niveau de l'Oolite blanche, des sources abondantes. Elles sont alimentées en partie par les infiltrations de la rivière d'Aure, qui se perd au Sud des collines formées par le Vésulien dans la Fosse-du-Soucy. Dans la falaise, ces eaux abandonnent le calcaire qu'elles ont dissous dans leur trajet souterrain et donnent naissance à des tufs caverneux.

Dixième journée. — **Samedi 8 septembre**

Vallée de la Laize et environs de May-sur-Orne

Généralités

Cette course a pour objet l'étude du Précambrien et du Silurien du Calvados et celle du Jurassique qui, dans la région à parcourir, forme au-dessus des terrains primaires redressés un manteau presque horizontal. C'est seulement dans les vallées assez profondes pour entamer les dépôts secondaires, que les assises primaires sont mises à jour.

On a ainsi la juxtaposition, ou mieux la superposition de deux des régions naturelles les plus tranchées du Calvados ; d'une part les vallées fortement encaissées, aux eaux abondantes, aux habitations disséminées, aux pentes abruptes couvertes d'arbres et de vergers se rattachant au *Bocage*, tandis que le plateau à peine ondulé, aux vallons asséchés, presque sans arbres, aux habitations condensées en longs villages appartient à la *Campagne de Caen*, dont les cultures contrastent encore avec les pâturages du Bocage.

La structure du Bocage est comme celle de tout le Massif Breton la conséquence de deux phases principales de plissement : la plus ancienne se rattachant aux *plissements Calédoniens* a redressé les sédiments précambriens sur lesquels sont venus se déposer en discordance, soit les conglomérats de la base du Cambrien dans le cas le plus général, soit les Grès armoricains sur les points tels que Mortain (Manche), Domfront et Bagnoles (Orne), qui n'ont été atteints par la transgression silurienne qu'au commencement de l'Ordovi-

cien; — la structure définitive est le fait des *plissements Hercyniens* qui ont affecté toutes les assises primaires de la région. Le résultat a été la formation d'ondes synclinales et anticlinales, alignées autour de la direction E.-O. et dont les plis, parfois isoclinaux, se terminant quelquefois par des failles longitudinales, ont été morcelés par des failles transversales à rejets horizontaux.

Dans la course du 8 septembre, on traversera deux de ces synclinaux, celui de May au Nord, celui de la Brèche-au-Diable au Sud, formés par le Silurien et l'anticlinal d'assises précambriennes qui les sépare. Le synclinal de la Brèche-au-Diable ou d'Urville a une allure très régulière. Le synclinal de May forme un pli isoclinal; dans la lèvre N. renversée, des failles parallèles suppriment en affleurement d'abord les assises inférieures du Cambrien (Grès feldspathiques

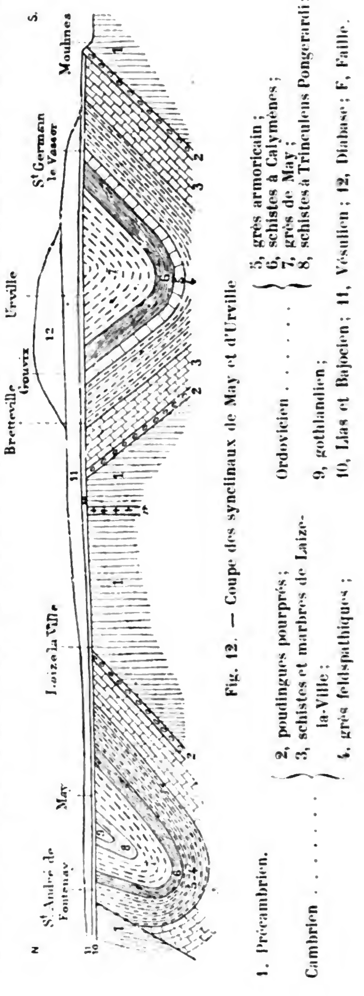


Fig. 12. — Coupe des synclinaux de May et d'Urville.

1. Précambrien.
Cambrien . . . . 2, poudingues pourprés; 3, schistes et marbres de Laize-la-Ville; 4, grès feldspathiques;
Ordovicien . . . . . . 5, grès armoricain; 6, schistes à Calymènes; 7, grès de May; 8, schistes à Trinucleus Pongerardi;
9, gothlandien;
10, Lias et Bajocien; 11, Vésulien; 12, Diabase; F, Faille.

venant buter contre le Précambrien) et une partie de l'Ordovicien (Grès armoricain et schistes à Calymènes).

§[1] Vallée de la Laize

SÉRIE PRIMAIRE (Fig. 12)

Précambrien

L'anticlinal précambrien qui sera traversé dans la vallée de la Laize, entre la Butte de Laize et Rocreux, sur une largeur de 3 kil. 1/2, est formé par une alternance d'assises schisteuses et de grès feldspathiques *(Phyllades et grauwackes de Saint-Lô)*, de couleurs sombres, en couches très redressées et presque verticales dont la puissance apparente est probablement due à une répétition des couches par une série de plis serrés.

Au Pont-à-la-Housse un filon de *diabase*, large de 6^m, s'aligne parallèlement aux couches,contrastant avec la direction des filons de diabase du Bocage, qui jalonnent des cassures transversales avec orientation voisine de N.-S. (feuilles Alençon et Avranches).

Cambrien

1° *Conglomérats pourprés.* — Sur les assises plissées et abrasées du Précambien la transgression silurienne a déposé dans le Calvados des conglomérats dont les éléments sont empruntés aux grès et schistes sous-jacents et aux filons de quartz qui les traversent. Les galets de ces conglomérats, parmi lesquels domine le quartz, sont généralement peu volumineux, mais à Rocreux ils atteignent une grande taille et sont formés surtout de grès précambiens. Ces conglomérats dont on s'accorde à faire la base du Cambrien sont en discordance absolue sur les couches sous-jacentes et passent en haut à des grès rouges.

2° *Schistes et marbres.* — En beaucoup de points de la Normandie des schistes rouges ou verts succèdent aux conglomérats et grès pourprés : dans le Calvados ils sont presque entièrement remplacés par d'épais massifs calcaires qu'on étudiera à Jacob-Mesnil et dans le Butte de Laize.

3° *Grès feldspathiques.* Des arkoses avec quelques lits de schistes grossiers, que l'on traversera au S. de Bretteville-sur-Laize, surmontent les marbres.

Dans toute cette série aucun fossile n'a été jusqu'ici rencontré en Normandie et la faune primordiale y reste à trouver ; l'âge cambrien de ces couches est cependant déterminé par la transgression et la faune des Grès armoricains qui indique la base de l'Ordovicien.

ORDOVICIEN

1° *Grès armoricains*. Les premiers dépôts ordoviciens sont représentés par les Grès armoricains qui peuvent, par suite de transgression, notamment dans l'Orne, reposer directement en discordance angulaire sur le Précambrien. Cet horizon formé de gros bancs de quartzites est, à Gouvix, séparé des arkoses par une assise de schistes verdâtres dont l'âge n'est pas encore bien déterminé. Dans le Calvados le Grès armoricain ne renferme que *Tigillites Dufrenoyi* Rouault (Trous d'Annélides), mais à Bagnoles (Orne) et en Bretagne il présente dans les bancs supérieurs de nombreuses pistes (Bilobites) et une faune que M. Ch. Barrois rapproche de celle de l'Arénig.

2° *Schistes à Calymènes*. C'est une assise de schistes bleu foncé, très fossilifères, avec *Calymene Tristani* Brongniart, *C. Aragoi* Rouault, *Dalmanites Philippsi* Barr., *D. socialis* Barr., *Orthis Budleighensis* Davidson, etc.

A leur base est une couche, épaisse de 2m,50, d'hématite brune, oolithique, exploitée sur plusieurs points du Calvados et de l'Orne, notamment à May et surtout à Saint-Rémy.

3° *Grès de May*. Cette assise est formée de grès à teintes vives, généralement rosées, et de schistes de couleurs variées. On a pu y distinguer 4 niveaux qui sont de bas en haut :

(a) Grès de couleur foncée avec *Calymene Tristani* Brongt., *Homalonotus Vieillardi* de Trom.

(b) Grès rosés, en bancs peu épais avec *Dalmanites incerta* (Desl.), *Homalonotus Vicaryi* Salter, *H. serratus* de Trom., *Plæsiacomia rara* Corda.

(c) Schistes et psammites et grès en petits bancs avec *Calymene Tristani* et *Trinucleus* cf. *Bureaui* Œhlert.

(d) Gros banc de grès avec *Homalonotus Deslongchampsi* de Trom., *Conularia pyramidata* Hœning., *Modiolopsis prima* (d'Orb.), *Orthonota* (?) *Normanniana* d'Orb., *Orthis Budleighensis* Dav.

4° Au-dessus des dernières couches des grès de May une

assise de schistes vert sale représente probablement les schistes ordoviciens supérieurs à *Trinucleus Pongerardi* Rouault.

Le Gothlandien est représenté par des schistes noirs qui contiennent les lits de calcaires noirs de Feuguerolles, aujourd'hui invisibles. Ces calcaires renferment abondamment : *Monograptus priodon* (Bronn), *Retiolites Geinitzi* Barr., *Cardiola interrupta* Brod., *C. fibrosa* Sow., et de nombreux *Orthoceras*.

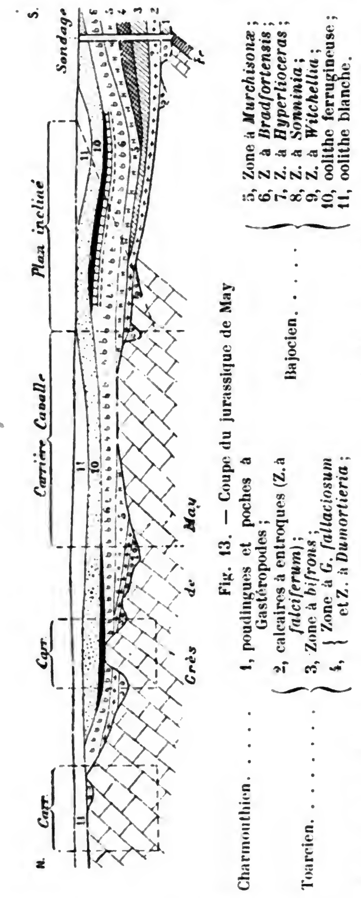


Fig. 13. — Coupe du jurassique de May

Charmouthien. . . . . 1, poudingues et poches à Gastéropodes ; 2, calcaires à entroques (Z. à *falciferum*) ;
Toarcien. . . . . . . 3, Zone à *bifrons* ; 4, Zone à *G. fallaciosum* et Z. à *Dumortieria* ;
Bajocien. . . . . . . 5, Zone à *Murchisonæ* ; 6, Z. à *Bradfortensis* ; 7, Z. à *Hyperlioceras* ; 8, Z. à *Sonninia* ; 9, Z. à *Witchellia* ; 10, oolithe ferrugineuse ; 11, oolithe blanche.

§ 2 SÉRIE JURASSIQUE

Environs de May

(Fig. 13, 14).

La transgression jurassique a rencontré, dans la région étudiée, un plateau irrégulièrement nivelé par suite de l'inégale dureté des assises primaires redressées. Parmi ces assises, le grès de May formait une ride, un véritable récif autour duquel et sur lequel se sont déposés des sédiments liasiques et bajociens dont les relations mutuelles, réglées par des régressions et des transgressions nombreuses,

varient à des distances très rapprochées, ainsi qu'on pourra le constater dans les différentes carrières, parfois très voisines, qui sont ouvertes autour de May.

Avant d'entrer dans le détail de ces rapports, il est nécessaire d'établir les caractères et la succession chronologique des assises.

Charmouthien

La transgression du Lias n'a atteint la région de May qu'à la fin du Charmouthien ; les calcaires qui reposent sur les marbres à la Butte de Laize appartiennent à la zone à *Cycloceras Valdani*. A May, les dépôts sont formés par d'énormes accumulations de galets de grès, parmi lesquels la plupart proviennent de grès sous-jacent, mais qui comprennent aussi des arkoses cambriennes. Dans certaines anfractuosités du grès se sont accumulés des dépôts de sédiments plus fins, riches en fossiles.

Ces *poches à Gastéropodes*, dont l'âge est fixé par *Amaltheus spinatus* (Brug.) renferment un très grand nombre d'espèces, la plupart inédites, dont les plus typiques sont :

Pleurotomaria foveolata Desl., *P. princeps* Koch, *P. Debuchii* Desl., *P. platyspira* Desl., *Cryptænia heliciformis* Dunker, *Trochus epulus* d'Orb., *Crossostoma reflexilabrum* (d'Orb.), *Cerithium subcostellatum* d'Orb., *C. subvariculosum* d'Orb., *Discohelix sinister* (d'Orb.), *Niso Normannianus* (d'Orb.), *N. perforatus* d'Orb., *Conactæon concavum* (Desl.), *C. Cadomense* (Desl.), *Spiriferina Tessoni* Dav., *S. oxygona* Buvignier, *Rhynchonella furcillata* Théodori.

Toarcien

La base du Toarcien se présente sous un aspect très différent de celui du Bessin. Le faciès argileux des Couches à Poissons a disparu et la zone à *Harpoceras falciferum* est représentée par des Calcaires à Entroques.

1° Dans les carrières du Diguet (fig. 14), la première assise toarcienne est un calcaire formé surtout de débris de *Cyclocrinus Amalthei* Quenst., altéré au sommet et contenant, avec *Harpoceras falciferum* (Sow.), l'intéressante faune dite de la *Couche à Leptæna*. Le lavage de l'argile du sommet fournit : *Eudesella Mayalis* (Desl.), *Davidsonella sinuata* (Desl.), *Thecidella rustica*

(Moore), *T. leptænoïdes* (Desl.), *Koninckella liasina* (Bouch. Chant.), *K. Davidsoni* (Desl.), *Rhynchonella egretta* Desl., *Peltarion unilobatum* Desl., *P. bilobatum* Desl., *Ostrea ocreata* Desl., *O. monoptera* Desl., *Cidaris Moorei* Whrigt, *Cotylederma vasculum* Desl., *C. docens* Desl., *Neuropora Haimei*, Desl. C'est à ce niveau qu'apparaissent en Normandie les *Belemnopsis*.

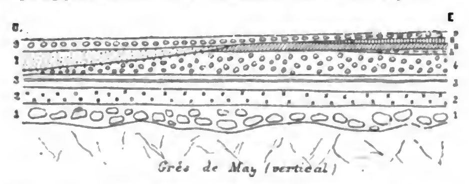


Fig. 14. — Coupe schématisée de la carrière du Diguet

Charmouthien. 1, Poudingues et poches à Gastéropodes ;

Toarcien . . . 2, Calcaire à Crinoïdes inférieur (*Cyclocrinus*) ; 3, Argile à *Koninckella* et calc. à *H. falciferum* ; 4, Calcaire à Crinoïdes supérieur (*Pentacrinus*) ; 5, Couches à *Dumortieria* ; 6, Couches à *L. opalina* ;

Bajocien . . . 7, Oolithe ferrugineuse ; 8, Couches à *Bradfordensis* ; 9, Oolithe blanche.

Au-dessus, un deuxième banc de calcaires à entroques avec *Pentacrinus Jurensis* Quenst. contient à sa base *Harpoceras falciferum* (Sow) et *H. Lewisoni* (Simpson).

2° Des sondages effectués au Sud des carrières du plateau de May ont rencontré la zone à *Harpoceras bifrons* et *Dactylioceras commune*, formée de calcaires bleuâtres marneux, contenant la même faune que dans le Bessin.

3° Ces sondages ont aussi traversé des calcaires à oolithes ferrugineuses de la zone à *Grammoceras Toarcense*. La zone à *Haugia variabilis* n'a pas été distinguée. Ces calcaires sont pétris d'Ammonites : *Grammoceras Toarcense* (d'Orb.). *G. striatulum* (Sow.), *Gr. fallaciosum* Bayle, et var. *Cotteswoldia* S. Buckm. *Gr. Sæmanni* (Dum.), *G. quadratum* Haug., *Haugia occidentalis* (Haug.), *Pseudolioceras compactile* (Simpson). *Polyplectus discoïdes* (Zieten), *Catulloceras subaratum* Brasil.

4° Dans la partie terminale de ces calcaires et à l'entrée des carrières de Diguet existe la zone à *Dumortieria*, avec *D. prisca* (Buckm.), *D. pseudoradiosa* (Branco), *D. radiosa* (Seebach), *Catulloceras Dumortieri* (Thiollière).

5° La zone à *Grammoceras Aalense* fait défaut même à l'état remanié au Diguet, mais elle apparaît dans les fossés de la route au Sud de May.

6° Enfin la zone à *Ludwigia opalina* existe à l'entrée des carrières du Diguet. Dans les localités voisines à Feuguerolles et à Maltot, cette zone est représentée par un calcaire à petites oolithes ferrugineuses avec *Ludwigia opalina* (Rein.), *L. Murchisonæ* (Sow.), var *obtusa*, Quenst., *Tmetoceras scissum* Benecke, *Hammatoceras Feuguerollense* Brasil et *H. actinomphalum* Brasil.

Bajocien

1° Il débute par des calcaires marneux grossiers, avec délits d'argile sableuse. Ils contiennent *Ludwigia Murchisonæ* (Sow.) forme type et var. *obtusa* Quenstedt, *Tmetoceras scissum* (Benecke), *Hammatoecras Vaceki* (Brasil).

2° La partie terminale de ces calcaires est très fossilifère. Elle renferme *Ludwigia Bradfortensis* Buckm., *L. rudis* Buckm., *L. aperta* (Buckm.), *L. cora* (Buckm.), *Hammatoceras megacanthum* Brasil, *Zurcheria pugnax* (Vacek), *Erycites fallax* (Benecke), *Lytoceras liocyclum* Brasil, *Pleurotomaria actinomphala* Desl., *Pl. punctata* Sow, *P. Baugieri* d'Orb., *Trigonastarte trigonalis* (Desh.) *Cœlastarte excavata* (Sow.), *Trigonia bella* Lycett, *Terebratula perovalis* Sow. La présence des *Zurcheria pugnax* et *Erycites fallax* de la région méditerranéenne est intéressante à ce niveau.

3° La zone à *Ludwigia concava* n'a pas encore été rencontrée jusqu'à présent à May, mais elle est connue à Feuguerolles avec la faune typique : *Belemnopsis sub-Blainvillei* (Desl.), *B. Munieri* (Desl.) *Ludwigia concava* (Sow.), *Dumortieria grammoceroïdes* Haug, *Haplopleuroceras subspinatum* S. Buckm., *Sonninia acanthodes* S. Buckm., *Hammatoceras amplectens* S. Buckm., *Erycites cestiferum* L. Brasil. Le genre *Sonninia* apparaît pour la première fois à ce niveau.

4° Les couches à *Hyperlioceras Walkeri*, connues aussi à Feuguerolles, ont été à May démantelées par l'assise suivante. Elles forment un cordon de blocs perforés, à surface verdie, qui renferment : *Nautilus sinuatus* Sow. *Hyperlioceras Walkeri* S. Buckm., *H. discites* (Waagen), *Oppelia Etheridgi* S. Buckm.

5° Des calcaires à grains phosphatés, empâtant les blocs de l'assise précédente, constituent une zone spéciale avec *Sonninia nuda* S. Buckm., *Cœloceras*, *Sphæroceras*, qui apparaissent pour la première fois avec des formes voisines de *Sph. Sauzei*.

6° Le sommet des couches à *Sonninia* est durci, perforé et raviné par les couches à *Witchellia* qui en certains points reposent directement sur les couches à *L. Bradfortensis*. Les couches à *Witchellia* renferment des Ammonites remaniées des niveaux

sous-jacents et une faune spéciale en partie nouvelle : *W.* cf. *læviuscula* (Sow.), *W.* cf. *Sayni* Haug, *Pœcilomorphus Schlumbergeri* (Haug), *Oppelia præradiata* Douv.

7°-8° La zone à *Sphæroceras Sauzei* fait défaut à May, où l'Oolithe ferrugineuse repose directement sur les couches à *Witchellia* ou sur des couches plus anciennes. La zone à *Sonninia Romani* n'a pas été rencontrée jusqu'ici à May, pas plus qu'à Bayeux.

9° Dans l'oolithe ferrugineuse de May on n'a pas distingué les horizons reconnus à Sully. Le conglomérat de la base manque, mais il existe à Feuguerolles, où il a remanié la zone à *Sphæroceras Sauzei*.

10° L'oolithe blanche a des caractères analogues à celle du Bessin, mais les Spongiaires n'y sont pas disposés en bancs.

Remarques stratigraphiques. — L'examen des coupes (planche, fig. 14) montre que les relations des diverses assises jurassiques entre elles sont très variables.

Le Bajocien débute par une transgression qui a probablement commencé avec les couches à *L. opalina*, ravinant les couches à *Gr. Aalense*. Les couches à *Witchellia* marquent une seconde transgression ; elles ravinent les couches sous-jacentes et arrivent à reposer sur les grès. — L'oolithe ferrugineuse est également en transgression ; elle repose en certains points sur les couches à *Witchellia*, sur les calcaires à entroques durcis et perforés de la zone à *falciferum* (Le Diguet) ou même directement sur le récif. Enfin, le mouvement de transgression semble avoir atteint son maximum avec l'oolithe blanche reposant en un point sur le grès silurien.

Décalcification du Jurassique. — Au nord des grandes carrières de grès, le Jurassique a été en partie décalcifié par les eaux d'infiltration. La gangue calcaire du conglomérat charmouthien a été dissoute et les galets isolés ; — la zone à *H. bifrons* a été également décalcifiée, les Ammonites phosphatées sont disséminées dans le résidu argileux de la décalcification ; — l'oolithe ferrugineuse est réduite à ses oolithes ; — l'oolithe blanche est remplacée partiellement par une argile rouge avec débris silicifiés de fossiles.

ITINÉRAIRE

Jeudi	30	août.	— Rendez-vous à 7 h. du matin, Place Saint-Pierre, à Calais. Départ à 7 h. pour le Blanc-Nez, Escalles, Wissant, Pihen, *Boulogne.*
Vendredi	31	»	— Boulogne, Caffiers, Ferques, Blecquenecques, *Boulogne.*
Samedi	1	septembre.	— Boulogne, Haut-Banc, Elinghen, Hydrequent, Rinxent, *Boulogne.*
Dimanche	2	»	— Visite du musée de Boulogne avec le concours du Dr Sauvage. Excursion au mont Lambert ou à Alprech, *Boulogne.*
Lundi	3	»	— Falaises de Boulogne à Wimereux, Wimille, Route de Boulogne *au Havre.*
Mardi	4	»	— Visite du musée du Havre. Coupe des falaises de la Hève à Octeville, avec le concours de M. Lennier. *Le Havre.*
Mercredi	5	»	— Trouville, *Villers-sur-Mer.*
Jeudi	6	»	— Villers-sur-Mer, Beuzeval, Ranville, *Caen.*
Vendredi	7	»	— Tilly-sur-Seuilles, Bayeux, Sully, Port-en-Bessin, *Caen.*
Samedi	8	»	— Vallée de la Laize, May, *Caen.*

X

MASSIF CENTRAL

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

MM. MICHEL-LÉVY, Marcellin BOULE,
G. FABRE, E.-A. MARTEL

PREMIÈRE PARTIE

29 au 30 août

Notices de MM. MICHEL-LÉVY (N° XIV) et M. BOULE (N° X)

Clermont-Ferrand au Puy-de-Dôme.

DEUXIÈME PARTIE

31 août 9 septembre

Notice de M. Marcellin BOULE (N° X)

Les Volcans de la France Centrale.

TROISIÈME PARTIE

9 au 14 septembre

Notice de M. G FABRE (N° X*b*)

Région des Causses.

QUATRIÈME PARTIE

10 au 17 septembre

Notice de M. E. A. MARTEL (N° XVII)

Les cavernes de la région des Causses.

N° X

LES VOLCANS

DE LA

FRANCE CENTRALE

NOTICE DE

M. Marcellin BOULE

L'excursion générale dans le Massif central de la France a pour but principal l'étude comparative des diverses régions volcaniques : la Chaîne des Puys, le Mont-Dore, le Cantal, le Velay. Nous croyons devoir faire précéder l'explication des itinéraires de quelques notions générales très sommaires.

I. — NOTIONS GÉNÉRALES

Le Substratum volcanique

Si l'on supprime par la pensée ses reliefs d'origine volcanique, le Massif central de la France se présente comme un vaste plan incliné, dont le bord le plus élevé, formé par les Cévennes, domine brusquement la vallée du Rhône, tandis que vers le N. et l'O. il se raccorde, par une pente très faible, avec les plaines de la Loire et de la Garonne.

Trois catégories principales de roches entrent dans la constitution de cette gigantesque plate-forme :

1° Des terrains cristallophylliens, gneiss, micaschistes, etc. que traversent en tous sens des roches éruptives : granites, granulites, porphyres, porphyrites, etc.

2° Des traînées de dépôts houillers, logés dans les plis des terrains précédents.

3° Des sédiments oligocènes, d'origine lacustre, s'étalant largement dans les grandes vallées et s'élevant assez haut sur les flancs des reliefs encaissants.

L'étude des directions et plongements des terrains archéens et houillers montre que nous sommes en présence d'une portion de l'antique chaîne hercynienne. On sait que celle-ci traversait la France en décrivant une sorte de V très ouvert, dont l'angle se trouvait précisément dans la région qui nous occupe.

Pendant les temps secondaires, presque tout le Massif central forma une terre émergée que les agents atmosphériques aplanirent et transformèrent en une vaste pénéplaine.

Aussi quand, au début de l'Oligocène, le Bassin de Paris subit un mouvement progressif d'affaissement qui permit le dépôt des *sables* marins dits *de Fontainebleau*, l'altitude moyenne du Massif central, déjà très faible, pendant le secondaire et l'Eocène, fut encore diminuée et de vastes lacs purent s'établir dans les grandes dépressions du terrain primitif esquissées depuis l'époque houillère. Ces lacs communiquaient les uns avec les autres d'une manière plus ou moins directe, et, comme leur niveau d'eau était peu élevé au-dessus de la mer parisienne, celle-ci envahit souvent une partie du territoire occupé par les nappes lacustres, qui furent ainsi temporairement transformées en lagunes. Le pays était alors habité par une riche faune de Reptiles, d'Oiseaux et de Mammifères, dont on retrouve les débris dans les calcaires de Ronzon, Brioude, Gannat, Saint-Gérand-le-Puy, etc.

Plus tard, après le comblement des lacs oligocènes, de paisibles cours d'eau déroulèrent leurs méandres dans un pays absolument plat, fréquenté par la belle faune de Mammifères du Miocène supérieur. Mais bientôt la chaîne des Alpes subit une poussée formidable qui eut son contre-coup dans le Massif central. Elie de Beaumont a le premier appelé l'attention sur ce phénomène et, récemment, M. Michel Lévy a démontré que, loin d'expirer au pied des massifs cristallins de la France centrale, les plissements alpins se poursuivirent dans cette région, en produisant une série de bombements et de dépressions à grands rayons de courbure.

D'immenses fractures découpèrent le pays en un grand nombre de compartiments ou voussoirs qui jouèrent les uns par rapport aux autres, en établissant les principaux traits de l'orographie actuelle. Ainsi se produisirent l'effondrement de la vallée du Rhône et l'abrupt qui limite le Massif central de ce côté. C'est pour la même raison qu'on observe aujourd'hui, jusqu'à plus de 1,000 mètres d'altitude, les mêmes couches oligocènes qui se trouvent à 200 mètres aux bords de l'Allier.

Ce fut aussi le début des manifestations volcaniques, corrélatives des mouvements orogéniques (1).

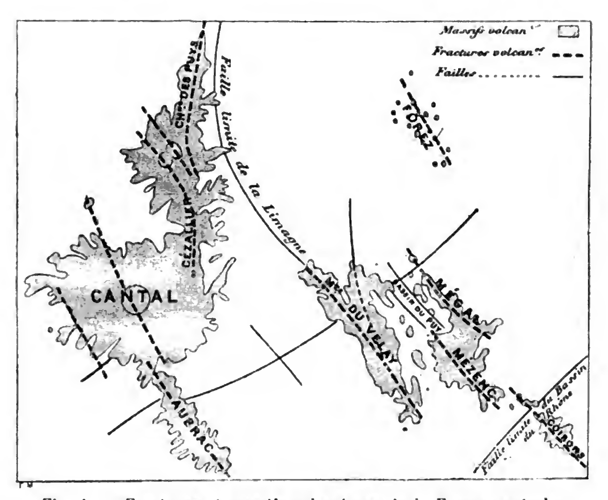


Fig. 1. — Fractures et massifs volcaniques de la France centrale.

Celles-ci durèrent pendant tout le Pliocène et une grande partie du Quaternaire ; elles transformèrent l'orographie du Massif central en y ajoutant ces grandes masses de matières

(1) Il y a peut-être, en Auvergne, des tufs basaltiques aquitaniens, mais cette question de l'âge des *pépérites* de la Limagne n'est pas encore élucidée.

ignées qui forment le Cantal, le Mont-Dore, la Chaîne des Puys, le Velay, l'Aubrac, etc. Les plus importants de ces volcans, le Cantal et le Mont-Dore, ont dû posséder des sommets de 3,000 mètres, tandis qu'aujourd'hui leurs points les plus élevés n'atteignent pas 2,000 mètres. La dégradation qu'implique cette différence et le creusement des profondes vallées qui sillonnent actuellement le Massif central, furent l'œuvre des temps pliocènes et quaternaires.

Parmi les anciens volcans, les uns se sont établis sur la partie la plus élevée des reliefs préexistants : Mézenc, chaîne du Velay, Aubrac, Chaîne des Puys ; il est à remarquer que ce sont les moins importants comme étendue et comme épaisseur des coulées qui sont surtout *juxtaposées*. Le Cantal et le Mont-Dore se sont greffés symétriquement sur les versants de la chaîne cristalline du Cézallier ; ils forment les masses les plus importantes puisque leurs coulées se *superposent* sur une épaisseur pouvant atteindre 1000 m. Les bouches éruptives jalonnent de grandes lignes de fractures orientées du N. au N.-O., qui sont des accidents *alpins* n'ayant avec les accidents *hercyniens* que des relations toutes fortuites. Les fractures allant du N.-E. à l'E. ne jouent, à ce point de vue, qu'un rôle tout à fait secondaire (fig. 1).

Les divers centres volcaniques ne présentent qu'un très petit nombre de caractères communs ; ils ont chacun leur physionomie spéciale que nous allons tâcher d'indiquer en suivant l'ordre dans lequel ils seront visités.

Chaîne des Puys

Les volcans de la Chaîne des Puys se juxtaposent, au nombre de 60 environ, en formant une traînée qui se greffe sur le versant septentrional du Mont-Dore et s'étend vers le Nord sur une longueur d'environ 90 kilom. suivant une direction parallèle à celle des grandes cassures limites de la Limagne.

Sur quelques points (Puy-de-Dôme, Cliergue, Sarcouy, Chopine) la roche éruptive, acide, peu fluide, ne pouvant s'épancher au loin, a formé de grosses intumescences de trachyte ou *dômes* ; partout ailleurs des phénomènes de projection ont

édifié des cônes réguliers, avec cratères, et produit, sur une surface restreinte de la croûte terrestre, une topographie lunaire (Voy. pl. II). De la base, du flanc ou du sommet de ces cônes sortent des coulées de laves qui s'étalent sur les plateaux pour former des *cheires* hirsutes, ou se déroulent dans le fond des vallées jusqu'à 20 kilom. de leur origine.

Au point de vue pétrographique, il y a, par suite, deux séries bien distinctes : 1° Les trachytes ou *domites*, roches claires renfermant jusqu'à 62 % de silice ; 2° Les roches sorties des volcans à cratères, de couleur foncée, riches en éléments ferro-magnésiens, allant des andésites aux basaltes à olivine et dont la teneur en silice descend de 58 à 50 % .

Les volcans de la Chaîne des Puys sont les plus récents du Massif central. Pourtant il y a lieu de faire encore ici une distinction entre les dômes trachytiques et les volcans à cratères. Ces derniers sont certainement quaternaires. Leur parfait état de conservation, la fraîcheur de leurs coulées nous portent à croire qu'ils sont même plus récents que l'extension pléistocène des glaciers; mais ils sont antérieurs à *l'âge du Renne*, c'est-à-dire à la dernière phase des temps quaternaires caractérisée par la présence, dans nos pays, d'une faune d'espèces froides et d'une civilisation humaine très particulière. Deux stations paléolithiques de cette époque ont été découvertes, l'une à Neschers, l'autre à Blanzat, sous des abris formés par deux coulées de la Chaîne des Puys.

Pour les dômes trachytiques, nous n'avons, au contraire, aucun document précis. A ne considérer que le côté pétrographique, leurs relations seraient avec les trachytes miocènes du Cantal, du Cézallier ou du Mont-Dore, mais ce rapprochement est purement hypothétique dans l'état actuel de nos connaissances.

Le Mont-Dore

Ce massif représente les ruines d'un grand volcan édifié pendant toute la durée du Pliocène. C'est un cône très surbaissé, d'environ 30 kilom. de diamètre à la base et dont les flancs sont sillonnés de vallées rayonnantes. Au centre, c'est-à-dire vers le sommet du cône, les érosions ont isolé un certain

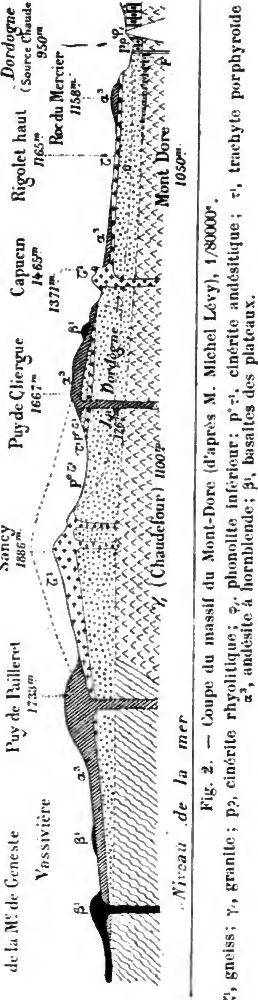


Fig. 2. — Coupe du massif du Mont-Dore (d'après M. Michel Lévy), 1/80000e.
ζ, gneiss; γ, granite; p_2, cinérite rhyolitique; φ, phonolite inférieur; p^{τ_1}, cinérite andésitique; τ^1, trachyte porphyroïde; α^3, andésite à hornblende; β^1, basaltes des plateaux.

nombre de pics ou de *puys* qui sont le point de départ de plateaux ou les têtes de coulées s'abaissant vers tous les points de l'horizon. Le Puy de Sancy (1886 mètres) est le sommet le plus élevé, non seulement du Mont-Dore, mais encore de toute la France centrale.

Les éruptions ont débuté, vers la Bourboule, par des épanchements très acides de rhyolites, de phonolites et de cinérites trachytiques. Les bouches de sortie se sont ensuite déplacées vers l'E., vers le centre du massif actuel. D'après M. Michel Lévy, il y a eu deux centres principaux d'éruptions, l'un situé vers le Sancy, l'autre situé entre la Banne d'Ordenche, le Puy de la Croix-Morand et le Puy de l'Angle. Les coulées divergent dans toutes les directions à partir de ces deux points. La plus grande partie du massif est formée par des projections de tout calibre, parfois très fines (cinérites avec empreintes végétales), parfois avec scories et gros éléments. Ces masses de projections, tassées, remaniées par les eaux, accrues d'apports torrentiels et de véritables coulées boueuses charriant d'immenses blocs, forment des tufs et

des conglomérats trachytiques ou andésitiques, alternant avec des coulées compactes de roches diverses : trachytes, andésites, labradorites, basaltes. Cette alternance s'observe nettement, dans les ravins de la Grande-Cascade et des Egravats, où elle frappe l'œil des personnes les plus étrangères à la géologie. Au-dessus viennent d'énormes coulées de trachyte porphyroïde et d'andésite qui constituent la plupart des sommets du massif. Les dykes phonolitiques des roches Tuilière et Sanadoire sont encore plus récents. Enfin l'activité du Mont-Dore prit fin par la sortie de grandes coulées de basaltes (dits *des plateaux*) (1).

Nous n'avons pas les moyens de préciser l'âge des premières éruptions du Mont-Dore (série acide de la Bourboule) ; ce n'est que par analogie avec le Cantal que nous les considérons comme miocènes. Les renseignements tirés de l'étude des plantes des cinérites manquent de précision au point de vue chronologique ; on peut dire seulement que ces plantes sont pliocènes. Par contre, nous avons à Perrier, près d'Issoire, une formation fluviatile renfermant la belle faune de Mammifères, dite *faune de Perrier*, que nous rapportons au Pliocène moyen, et ces anciens graviers renferment, à l'état de cailloux roulés, toutes les roches du Mont-Dore, à l'exception des dernières coulées basaltiques (des plateaux).

Ces alluvions pliocènes sont surmontées, en divers points, par une formation spéciale à blocs de toutes dimensions (parfois immenses), de toutes natures, et dont l'origine a été attribuée, par divers savants, à la suite de M. Julien, à des phénomènes glaciaires. Cette formation est ici de l'âge du Pliocène supérieur à *Elephas meridionalis*. Nous la retrouverons, dans le Cantal, développée sur une échelle beaucoup plus grandiose et datant de diverses époques. Nous la considérons comme un facies particulier des éruptions trachytiques et andésitiques dans lesquelles l'eau a joué un grand rôle.

On peut donc affirmer que la grande masse du Mont-Dore a été édifiée pendant la première moitié du Pliocène.

Le creusement des vallées actuelles du Mont-Dore s'est

(1) Voir, dans le tableau d'ensemble (p. 15) la succession détaillée de toutes les roches du massif. Les cônes de scories et les basaltes quaternaires de la région du Mont-Dore doivent être rattachés à la Chaîne des Puys.

effectué entre le Pliocène supérieur et le Quaternaire à *Elephas primigenius*. Nous aurons l'occasion d'observer le rôle joué par les agents glaciaires dans cette œuvre de démolition du volcan.

Le Cantal

Le Cantal est séparé du Mont-Dore par le *Cézallier*, vaste plateau basaltique qui recouvre presque partout les gneiss d'une ancienne ligne de faîte cristalline continuant celle de la Margeride.

Le Cantal est de beaucoup le plus important des reliefs volcaniques ; son diamètre est de 60 à 80 kilom. et sa masse égale 10 fois environ celle du Mont-Dore. C'est un immense cône dont le sommet ou partie centrale est formé par une enceinte de pics ou de puys figurant l'ancienne région des cratères, ou *caldera*, d'où s'épanchèrent la plupart des coulées. Les plus élevés de ces pics sont : le Plomb-du-Cantal (1858^m), le puy Mary (1806^m), le puy Chavaroche (1744^m). Un dyke de phonolite, le puy de Griou (1694^m), occupe le centre du système. Des vallées profondes rayonnent vers tous les points de l'horizon en délimitant de vastes plateaux triangulaires.

Les premières éruptions du Cantal furent des basaltes qui coulèrent dans des vallées miocènes (sables quartzeux des environs d'Aurillac, avec faune de Pikermi). Elles furent bientôt suivies d'une poussée de phonolites et de trachytes avec produits de projections où l'on trouve encore des fossiles miocènes (Mammifères et plantes).

A partir du Pliocène, les bouches éruptives, jusqu'ici disséminées sur une grande surface, se concentrent, les déjections s'accumulent peu à peu autour d'un grand cratère, et l'immense cône, dont le massif actuel ne représente que les ruines, s'édifie peu à peu.

La grande masse du volcan est formée par une brèche andésitique, aux couleurs variées, un assemblage confus de blocs de lave cimentés par des scories, des cendres, des boues, dont l'épaisseur atteint près de 1 000 m. et dans lesquelles s'intercalent souvent des coulées compactes d'andésite, de labradorite, de basalte porphyroïde ou bien des lits de cinérites riches en empreintes de plantes.

Ces brèches sont assez différentes suivant qu'on les examine vers le centre ou vers la périphérie du volcan. Vers le centre, c'est une formation essentiellement ignée, formée de

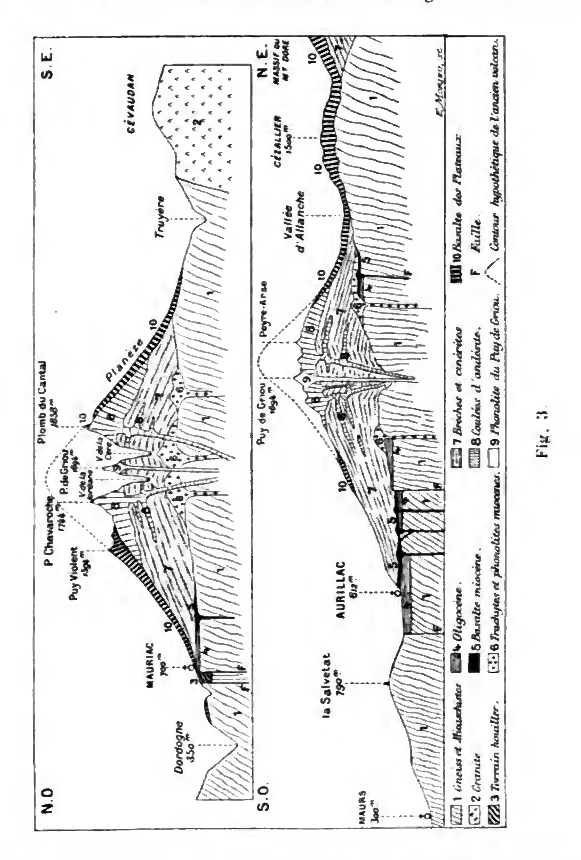


Fig. 3.

blocs d'andésite réunis et cimentés par une matière vitreuse plus ou moins altérée. Vers la périphérie, c'est plutôt un conglomérat très hétérogène, à ciment tufacé, cinéritique,

peu cohérent, à blocs de toutes dimensions et de toutes natures : roches volcaniques, calcaires et argiles oligocènes, schistes cristallins, quartz, etc. Ces conglomérats sont identiques à ceux de Perrier et ici l'hypothèse glaciaire se heurte à de nombreuses impossibilités. Cette formation occupe, en effet, toutes les positions dans la série stratigraphique cantalienne. Rames et M. Fouqué l'ont même considérée comme représentant la partie inférieure des brèches, ce qui ne saurait s'accorder avec l'hypothèse glaciaire, les moraines ne pouvant être antérieures au massif montagneux qui les aurait fournies. J'ai montré ailleurs (1) qu'on observe les passages les plus graduels entre la brèche franchement ignée et le conglomérat à gros blocs, autant dans le sens vertical que dans le sens horizontal et j'ai donné les raisons qui me font considérer ces deux terrains comme deux facies différents d'une même formation d'origine plus ou moins directement volcanique.

Avec les dernières brèches, des coulées d'andésite à grands cristaux de feldspath s'étalèrent de tous côtés sur les flancs supérieurs du volcan dont elles forment actuellement la plupart des sommets : Puy Mary, Chavaroche, Peyre-Arse, etc. Un nouveau changement dans le régime du volcan amena ensuite l'éruption d'une traînée phonolitique orientée N.-O.-S.-E. comprenant le Puy de Griou, le roc d'Ouzière, certaines montagnes des environs de Menet et les Orgues de Bort.

Enfin l'activité volcanique s'épuisa par la sortie de torrents de basaltes qui, grâce à leur fluidité, allèrent recouvrir au loin, non seulement toutes les laves antérieures mais encore les territoires oligocènes et archéens. Les grands plateaux du Cantal, comme la *Planèze*, doivent leur origine à ce phénomène. Ces basaltes sont du Pliocène supérieur. Le Cantal est absolument dépourvu d'éruptions quaternaires.

Une fois éteint, le volcan, dont l'altitude atteignait certainement 3.000 m., fut soumis à l'œuvre destructive des agents atmosphériques. De vastes champs de neige s'établirent sur ses sommets, dévalèrent sur ses flancs et le recouvrirent d'un manteau de glace. On trouve, sur la plupart des plateaux, des témoins irrécusables de cette invasion glaciaire : roches moutonnées, striées, accumulations morainiques, blocs erratiques

(1) *Le Cantal miocène* (V. l'appendice bibliographique).

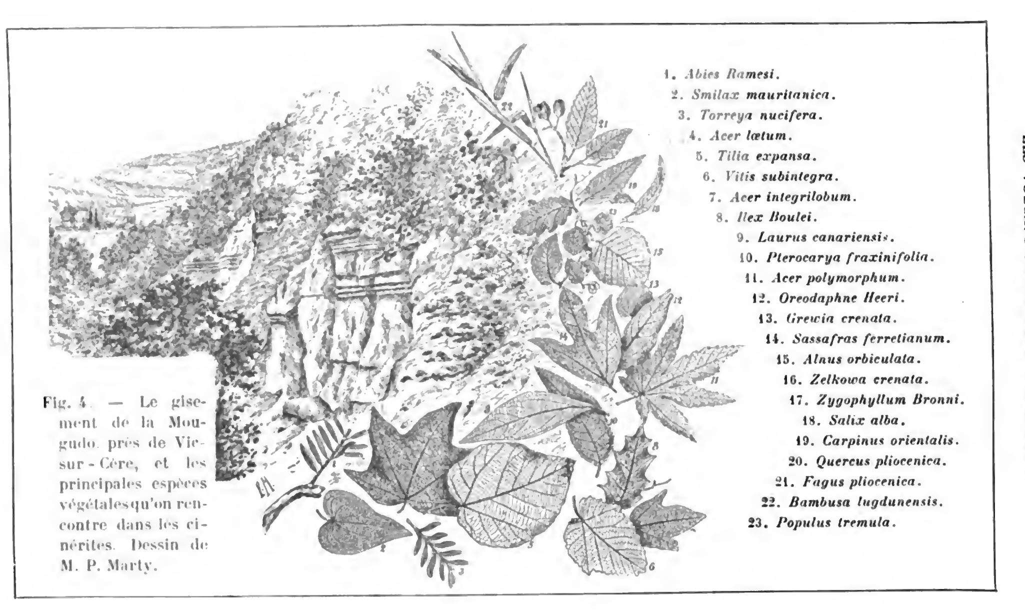


Fig. 4. — Le gisement de la Mougudo, près de Vic-sur-Cère, et les principales espèces végétales qu'on rencontre dans les cinérites. Dessin de M. P. Marty.

énormes. Puis ces glaciers diminuèrent, disparurent peut-être complètement et l'érosion torrentielle creusa les vallées actuelles. Celles-ci furent occupées plus tard par de nouveaux glaciers qui achevèrent le modelé topographique.

Velay

L'ancien pays du Velay comprend, au point de vue physique, trois régions : à l'Est, le double massif du Mézenc et du Mégal ; à l'Ouest, la chaîne du Velay ; au Centre, le bassin du Puy. (Voy. pl. III).

Les *massifs du Mézenc et du Mégal* forment une unité géologique ; ils renferment les plus anciennes éruptions du Velay, distribuées suivant une aire allongée de 60 kilom. de longueur sur 15 kilom. de largeur moyenne.

Le massif du Mézenc, séparant le bassin de la Loire de celui du Rhône, continue directement la chaîne des Cévennes. Son sommet le plus élevé atteint 1754 m. L'aspect topographique est tout différent sur le versant oriental et sur le versant occidental. Du côté de la Loire les coulées sont relativement bien conservées ; elles forment de vastes plateaux que dominent çà et là quelques buttes aux profils arrondis. Du côté du Rhône, le sol a subi de grandioses ravinements. Les torrents coulent au fond de gorges atteignant 800 mètres de profondeur. Les laves ne sont plus qu'à l'état de lambeaux au sommet des crêtes.

Le Mégal se relie au Mézenc par les plateaux basaltiques de Champelause (1,200^{m}). Son altitude moyenne est moindre et son point culminant n'a que 1,438 mètres. Ce massif est aussi plus découpé, plus morcelé que celui du Mézenc. Les produits éruptifs, formant des tables ou des pics (*sucs*) isolés, sont morcelés par des ravins creusés dans l'Oligocène et le granite.

Le Mézenc et le Mégal sont composés surtout de basaltes et de phonolites ; les autres roches, trachytes, andésites et labradorites sont moins répandues. Les éruptions ont eu lieu entre le Miocène supérieur et la fin du Pliocène moyen. On ne reconnaît plus que rarement les bouches de sortie. Nulle part on n'observe des brèches volcaniques comparables, comme puissance, à celles du Cantal ou du Mont-Dore Les

coulées de basalte forment des plateaux que séparent de profonds ravins. Les phonolites sont si abondants qu'ils impriment au paysage un caractère tout à fait spécial. Ils forment soit d'épaisses coulées, soit des dômes ou des pics aigus, grisâtres, sans végétation, dont la base est entourée d'énormes éboulis. Tandis qu'au Cantal et au Mont-Dore les éruptions se sont superposées en édifiant deux cônes gigantesques et de telle manière que, sur certains points, on puisse relever la coupe complète de toutes les formations du massif, dans le Velay, les éruptions se rattachent à un grand nombre de centres d'émissions ; les coulées sont plutôt juxtaposées. Si l'on enlevait leur couverture éruptive, les terrains sous-jacents offriraient, dans leurs grands traits, une disposition bien voisine de la disposition actuelle.

La *Chaîne du Velay* ou du *Devès* (du nom de la montagne la plus élevée, 1423 m), sépare les vallées de la Loire et de l'Allier. Elle comprend plus de 150 cônes ou restes d'anciennes bouches éruptives qui s'étalent sur 60 kilom. de longueur. Les cônes sont formés de projections et de scories basaltiques. Il en sort des coulées de basaltes qui se soudent entre elles pour former de vastes plateaux allant en pente douce vers la Loire et vers l'Allier. Arrivées au bord des fossés profonds où coulent ces deux cours d'eau, les coulées s'arrêtent parfois brusquement et sont coupées à pic ; souvent elles descendent jusqu'à mi-hauteur ; dans certains cas, elles arrivent jusque dans le lit de l'Allier. Cette région volcanique paraît donc, à première vue, plus récente que la première. La paléontologie nous apprend que l'âge moyen de ces éruptions ne remonte guère au-delà du Pliocène supérieur.

Les *Environs du Puy* forment une troisième région naturelle, tant au point de vue géographique qu'au point de vue géologique. Au point de vue géographique, c'est un véritable bassin entouré d'un cercle de montagnes. A moins de profiter de la coupure faite par la Loire dans le voussoir granitique de Peyredeyre, on ne peut s'éloigner de la ville qu'en gravissant des rampes plus ou moins fortes. Un observateur placé au sommet du rocher Corneille se rend bien compte de cette disposition.

Au point de vue géologique, le Bassin du Puy participe à la fois à la composition des massifs du Mézenc et du Mégal et

de la chaîne du Velay. Là viennent se terminer les coulées anciennes de la région orientale, et les coulées plus récentes de la chaîne occidentale. Mais cette contrée a sa physionomie spéciale. Tandis que l'Oligocène ne se voit, dans la montagne, que sous forme de lambeaux surélevés par des failles et garantis de l'érosion par une couverture volcanique, ici, ce terrain se trouve dans la partie déprimée d'un synclinal morcelé et il constitue les soubassements de toutes les collines qui entourent Le Puy. Ces couches lacustres ont été ravinées à l'époque pliocène par des cours d'eau qui ont déposé d'épaisses couches de graviers, en même temps que se formaient de puissants amas de projections et de brèches basaltiques. Ce sont ces brèches qui, démantelées aujourd'hui par l'érosion, donnent à la ville du Puy sa caractéristique si forte et si curieuse ; elles sont célèbres dans la science par les discussions qu'elles ont provoquées. Enfin, c'est dans un rayon de quelques kilomètres autour du Puy que l'on trouve, pour ainsi dire concentrés, de nombreux gisements de Mammifères fossiles s'échelonnant depuis le Pliocène moyen jusqu'aux temps géologiques les plus récents.

TABLEAU D'ENSEMBLE

J'ai résumé, dans le tableau ci-joint, la liste chronologique de toutes les roches volcaniques des divers massifs que nous venons d'étudier si brièvement. Ce tableau débute par le Velay, parce que c'est ce pays qui nous fournit le plus de documents paléontologiques. Ici, la succession chronologique des éruptions est établie sur des bases solides.

Dans le Cantal, plusieurs localités renfermant des fossiles du Miocène supérieur (Mammifères et plantes) nous donnent un excellent point de départ, tandis qu'au Mont-Dore, nous avons les célèbres gisements de Perrier qui répètent, en Auvergne, les Sables à Mastodontes du Velay. Un peu partout, les cinérites renferment des empreintes de plantes étudiées par de Saporta et M. l'abbé Boulay.

Le tableau ci-joint est basé d'abord sur l'interprétation de tous ces documents paléontologiques et, en second lieu, sur des analogies pétrographiques ou stratigraphiques tellement étroites qu'elles entraînent fatalement avec elles des idées de

Tableau chronologique des éruptions volcaniques de l'Auvergne et du Velay

		Mézenc et Mégal	Chaine du Velay et environs du Puy	Cantal	Mont-Dore	Chaine des Puys
Quaternaire.	supérieur					Volcans à cratères : basaltes, labradorites, andésites.
	moyen...		Basaltes des pentes et du fond des vallées.		Volcans à cratères bien conservés.	
	inférieur.				Basaltes des pentes.	
Pliocène	supérieur		Basal^{tes} avec tufs à *Elephas meridionalis*. Cônes de scories plus ou moins dégradés.	Basaltes des plateaux.	Basaltes des plateaux.	
	moyen...	Basaltes semi-porphyroïdes. Phonolites.	Basaltes et brèches du Puy alternant avec des *alluvions* à *Mastodon arvernensis*.	Phonolites supérieurs Andésites augitiques à haüyne.	*Alluvions de Perrier*. Phonolites supérieurs Andésites à haüyne	
	inférieur.	Trachytes supérieurs Andésites et labradorites augitiques. Basalte porphyroïde.		Andésite porphyroïde des sommets. Basaltes porphyroïd^{es} et andésites augitiques intercalés dans les brèches. Basal^{tes} porphyroïdes, labradorites de la base des brèches. (Brèches, conglomérats et cinérites andésitiques)	Andésites et trachytes des hauteurs. Basaltes, labradorites, andésites intercalés dans les brèches. Basalt^{es} porphyroïdes (Brèches, conglomérats et cinérites)	
Miocène	supérieur	Trachytes inférieurs. Basaltes inférieurs.		Trachytes et phonolites inférieurs ; tufs trachytiques. Basaltes inférieurs.	Trachytes, phonolites, rhyolites et cinérites acides. Basaltes inférieurs ?	Domites ??

synchronisme. Son examen conduit à quelques conclusions intéressantes.

Ce qui frappe d'abord c'est l'identité de succession des coulées et le synchronisme des divers termes dans les trois séries du Velay, du Cantal et du Mont-Dore. Mais il faut observer que l'importance d'une éruption d'une nature donnée, dans le Mont-Dore ou le Cantal, semble être en raison inverse de celle que prend le même type dans le Velay, comme si les deux groupes avaient joué alternativement. C'est ainsi que les andésites augitiques et les labradorites, si abondantes au Mézenc, sont relativement rares en Auvergne ; il en est de même pour les phonolites. Par contre, les grandes coulées d'andésites claires et de trachytes du Cantal et du Mont-Dore, ainsi que les brèches et cinérites qui les accompagnent, ne jouent, dans le Velay, qu'un rôle absolument effacé. Seuls, les basaltes miocènes du début et les basaltes pliocènes sont également développés partout.

Cette identité des trois séries et cette sorte de phénomène de balancement semblent prouver que les trois districts volcaniques principaux du Massif Central de la France ont puisé leurs laves dans un réservoir commun, et si l'on admet l'hypothèse d'un réservoir fermé ou laccolite, il faut lui donner des dimensions énormes (150 kilom. de diamètre) qui dépassent de beaucoup celles des laccolites dont on peut constater l'existence *de visu*.

En outre, l'ordre de succession des coulées, c'est-à-dire l'évolution du magma, est en désaccord avec les idées de plusieurs pétrographes éminents, MM. Iddings et Brögger. Si, comme le veut ce dernier savant, les premières sorties (basaltes miocènes) et les dernières (basaltes quaternaires) sont basiques, l'acidité croissante des laves intermédiaires n'est nullement vérifiée, car au Cantal, aussi bien qu'au Mont-Dore et dans le Velay, il y a des alternances répétées de roches acides, de roches de composition moyenne et de roches basiques. De même, les basaltes miocènes ne sauraient représenter les roches de moyenne composition que M. Iddings place au début de la différenciation du magma et ces basaltes miocènes sont séparés des roches andésitiques plus récentes, par des épanchements très acides (trachytes et phonolites miocènes), dont la sortie a suivi de très près celle des basaltes.

II. PROGRAMME EXPLICATIF

Première journée. — **Mercredi 29 août**

Rendez-vous à Clermont-Ferrand, le soir : *Hôtel de la Poste.*

Deuxième journée. — **Jeudi 30 août**

Départ de Clermont-Ferrand, vers 7 h., pour le *Puy-de-Dôme.*
Avant d'arriver à *Royat*, on coupe la grande faille de la Limagne et, à Royat même, les arkoses oligocènes sont fortement relevées au contact du granite de la Chaîne des Puys. Royat est en partie bâtie sur une coulée de basalte quaternaire. On



Fig. 5. — Vue du Puy-de-Dôme.

remonte le pittoresque ravin de la Tiretaine jusqu'à Fontanat où on atteint le sommet de la plateforme du Puy-de-Dôme. La route coupe une coulée de labradorite et l'on arrive au col de Ceyssat. Le chemin en lacet, qui monte à l'observatoire, permet d'étudier les variétés de trachytes (*dômite*) du Puy-de-Dôme. D'après M. Michel Lévy cette montagne serait un dyke noyé dans des projections (fig. 6).

Du sommet (1.468^{m}), panorama de la Chaîne des Puys, des plaines de la Limagne, des monts du Forez, du Mont-Dore, etc.

Descente sur le *Nid de la Poule*, cratère basaltique, et vers le *Puy de Pariou*, dont le cratère terminal (1.210^{m}), entouré d'un cratère plus ancien, a près de 100^{m} de profondeur. Sa lave, de nature andésitique (microlites d'olivine) a formé une des plus belles cheires de l'Auvergne.

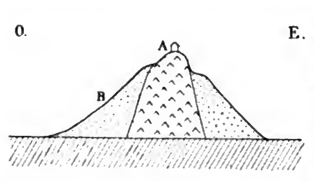


Fig. 6. — Coupe schématique du Puy-de-Dôme (d'après M. Michel Lévy).

Déjeuner à la Fontaine du Berger.

Retour à Clermont par Le Cressigny (gneiss à cordiérite) et Prudelles (basalte pliocène avec zéolites : christianite, chabasie, apophyllite).

Troisième journée. — Vendredi 31 août

Départ de Clermont en chemin de fer, à 5 heures du matin, pour Laqueuille et la Bourboule.

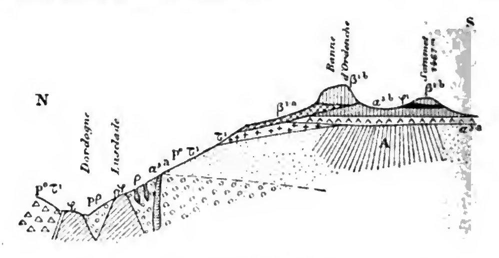


Fig. 7. — Coupe de Lusclade à la Banne d'Ordenche (d'après M. Michel Lévy).

ρ, rhyolites ; pρ, cinérites rhyolitiques ; φ_{I}, phonolites inférieurs ; $p^{o}\tau^{1}$, cinérites andésitiques ; τ^{1}, trachyte porphyroïde ; α^{3a}, andésites à haüyne ; α^{3b}, andésites à hornblende ; φ^{1}, phonolites supérieurs ; $\beta^{1\text{-}a}$, basalte ophitique ; $\beta^{1\text{-}b}$, basalte des plateaux ; A, éboulis ; F, faille.

La voie ferrée décrit une grande courbe autour de Clermont et se dirige vers le N.-N.-O pour s'élever sur la plateforme granitique de la Chaîne des Puys. A Volvic, elle traverse une belle coulée d'andésite sortie du puy de la Nugère et exploitée dans de nombreuses carrières. Elle passe entre les puys basaltiques de Pauniat, de Thiolet, de la Goulie, de Pradel et se dirige vers

le S. O. pour descendre dans la vallée de la Sioule en coupant la belle cheire de Louchadière (labradorite). Au-delà de Pontgibaud (mines de plomb) on remonte la Sioule, puis son affluent la Miouse et on arrive à Laqueuille (930^{m}) au pied du versant occidental du Mont-Dore, sur un plateau reliant le soubassement du massif volcanique aux montagnes du Limousin.



Fig. 8. — Vue du Sancy.

Fig. 9. — Dyke dans la haute vallée de Chaudefour.

Le chemin de fer gagne la vallée de la Dordogne en passant entre des buttes basaltiques et granitiques et arrive à la Bourboule.

En voiture de la Bourboule au Mont-Dore, pour étudier les éruptions les plus anciennes du massif : rhyolites, perlites, phonolites et trachytes ; examen de la coupe, fig. 7.

Déjeuner au Mont-Dore.

L'après-midi, ascension du Sancy. On remonte la Dordogne ; à gauche, ravin de la Grande-Cascade et ravin des Egravats ; à droite rocher du Capucin (trachyte) et Val d'Enfer sillonné de dykes trachytiques. A l'extrémité de la vallée, un chemin en lacets s'élève jusqu'au col séparant le Sancy du Puy Ferrand.

Du sommet du Sancy (1.886^{m}) vue panoramique très belle et très instructive sur tout le massif du Mont-Dore, sur la région des lacs, sur le Cézallier, le Cantal, le Limousin, la chaîne des Puys, les monts du Forez.

Au retour, on pourra vérifier la coupe classique de la Grande-Cascade.

Quatrième journée. — Samedi 1er septembre

Départ vers 7 heures, en voiture, du Mont-Dore pour Bort.

La route s'élève sur le flanc gauche de la vallée de la Dordogne; belles tranchées dans les cinérites, avec intercalation de labradorite. Au sommet de la côte, vue d'ensemble de la vallée et des montagnes du Mont-Dore. On descend dans le ravin de la Vernière pour remonter dans une belle forêt et gagner la montagne de Bozat (1 398^{m}). Ce trajet permet de vérifier la coupe fig. 10.

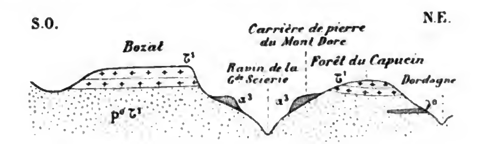


Fig. 10. — Coupe de Bozat au parc du Capucin.

$p^a \tau^1$, cinérites; λ^0, labradorite; τ^1, trachyte porphyroïde; α^3, andésite.

Belle vue du dyke basaltique de la Roche-Vendeix.

Nouvelle descente dans les bois de la Reine et de la Tour (cinérites dans les tranchées) au sortir desquels, très beau panorama sur le Mont-Dore, le Cantal, les Orgues de Bort et le Limousin.

Déjeuner à La Tour-d'Auvergne, antique village auvergnat bâti sur un promontoire basaltique, avec belles *orgues*.

Le granite affleure au-delà de La Tour d'Auvergne et, à partir de cette localité, nous entrons dans une région des plus intéressantes pour l'étude des phénomènes glaciaires anciens en Auvergne.

L'espace compris entre le Mont-Dore, le Cézallier et le Cantal forme un immense hémicycle ouvert vers l'Ouest de plus de 40 kilom. de diamètre. Tous les plateaux qui constituent le fond et les pentes inférieures de ce cirque, jusqu'à une altitude moyenne de 1000 m., offrent une topographie caractéristique. On y voit, en effet, des milliers de buttes, irrégulièrement dissémi-

nées, qui offrent toutes, du côté tourné vers les parois de l'hémicycle montagneux, des pentes douces, des surfaces arrondies, moutonnées et striées, tandis que, du côté opposé, la roche escarpée a conservé ses angles vifs. Entre ces monticules, se trouve un labyrinthe de prairies, parfois marécageuses, dont le sous-sol est formé par des moraines à cailloux striés, avec des blocs erratiques de toutes grosseurs. Ces moraines, qui s'élèvent parfois en véritables collines, passent, en aval, à des alluvions fluvio-glaciaires disposées en terrasses et dominant de 200 et 300 m. le fond des vallées actuelles. Ces phénomènes se poursuivent ici sur plus de 600 kilom. carrés d'étendue. Les traînées morainiques ou fluvio-glaciaires franchissent le fossé profond où coule la Dordogne et vont recouvrir les collines du Limousin.



Fig. 11. — Butte striée et moutonnée près du village de Puy-Morel, commune de Champs (Cantal).

Cette extension glaciaire remonte au Pliocène supérieur, c'est-à-dire à un moment où les grands volcans de l'Auvergne avaient leur altitude maxima et où la région des cratères s'élevait à 1,000 mètres au-dessus du Sancy ou du Plomb-du-Cantal.

Le creusement des vallées actuelles correspond à une époque interglaciaire, car elles furent envahies à l'époque quaternaire, ou pleistocène, par des glaciers localisés, du *type alpin*, dont les traces, décrites depuis longtemps par Rames aux environs d'Aurillac, s'observent dans la plupart des vallées cantaliennes.

Au-delà de La Tour-d'Auvergne, les blocs erratiques, d'abord

clairsemés, deviennent de plus en plus abondants. Le plateau basaltique des Vergnes en est recouvert. Au-delà de Bagnols, les blocs erratiques forment de vastes amas reposant sur les gneiss à cordiérite décapés, moutonnés, striés ou polis. Vers Cros, ces moraines couronnent, jusqu'à La Pradelle, toute une suite de collines aux contours surbaissés et arrondis. Mais à partir de ce village, les caractères topographiques se modifient. Les matériaux détritiques s'étalent en une plaine très régulière qui constitue la surface du plateau de Lanobre et s'avance jusqu'en face des Orgues de Bort, sur la rive gauche de la Dordogne, qu'elle domine de plus de 200 mètres. Une descente très rapide, dans les gneiss, nous fait passer de la cote 680, qui est celle de la terrasse alluviale, à la cote 430, qui est l'altitude de Bort.

Dîner et coucher à Bort.

Cinquième journée. — **Dimanche 2 septembre**

Le matin, ascension des *Orgues de Bort*, coulée de phonolite aux prismes gigantesques, du sommet desquels l'œil découvre un des plus beaux panoramas de la France centrale.

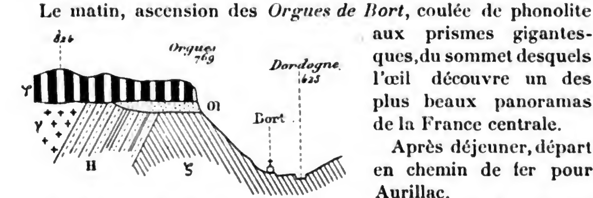


Fig. 12. — Coupe des Orgues de Bort.

ζ, gneiss ; γ, granite ; H. houiller ; Ol, oligocène ; φ, phonolite.

Après déjeuner, départ en chemin de fer pour Aurillac.

On quitte la vallée de la Dordogne pour traverser une région de buttes boisées ou rocailleuses et atteindre la vallée de la Sumène. On arrive à Champagnac-les-Mines, au centre d'un petit bassin houiller faisant partie de la grande traînée Decazeville-Commentry. On passe au pied du piton basaltique de Charlus surmonté des ruines d'un vieux château-fort et on descend à Vendes (420^{m}) par une forte pente. La voie décrit ensuite d'énormes lacets pour gagner le plateau basaltique de Mauriac dans le Cantal, ce qui procure la vue de grands panoramas.

De Mauriac, le chemin de fer traverse plusieurs vallées descendant des hauteurs du Cantal (argiles oligocènes, brèches andésitiques dans les tranchées) et, au-delà de Loupiac-Saint-Christophe, il se greffe sur les flancs escarpés des gorges de la Maronne (vues très pittoresques aux portières de gauche).

Au-delà de Saint-Illide, on entre dans le bassin tertiaire d'Aurillac (sables argileux oligocènes) ; à Miécaze, on recoupe la traînée houillère ; à Viescamp-sous-Jalès, on traverse un massif



Fig. 13. — Les gorges de la Maronne et chapelle de Notre-Dame-du-Château.

de granite prophyroïde, et au-delà d'Ytrac on retrouve l'Oligocène reposant sur des micaschistes ; belles vues d'ensemble du massif cantalien.

Dîner et coucher à Aurillac.

Sixième journée. — Lundi 3 septembre

Départ d'Aurillac en voiture, à 6 heures, pour Carlat et Vic-sur-Cère.

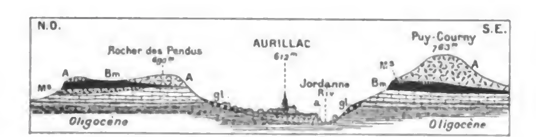


Fig. 14. — Coupe géologique des environs d'Aurillac.

Bm. basalte miocène ; Ms, sables fluviatiles du miocène supérieur ; A, brèche andésitique ; gl. formations glaciaires ; a, alluvions anciennes.

Aurillac est bâti sur les bords de la Jordanne (612m), au débouché de la vallée dans un bassin tertiaire et la plaine d'alluvions quaternaires d'Arpajon, entre la colline du Puy Courny à l'E. et celle de Croumali à l'O. qui représentent, de ce côté, la terminaison des derniers contreforts volcaniques (fig. 14).

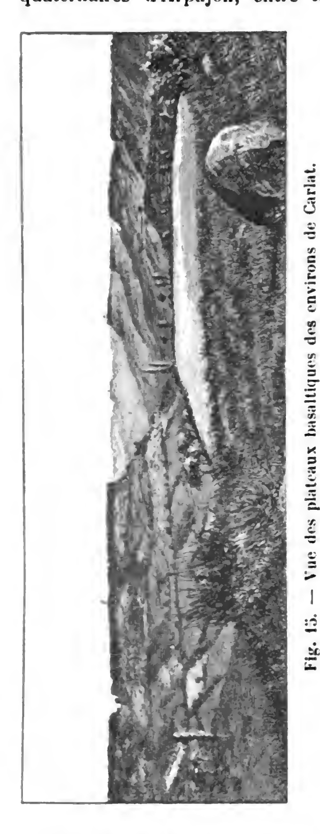


Fig. 15. — Vue des plateaux basaltiques des environs de Carlat.

En quittant la ville, terrasses alluviales quaternaires d'Arpajon ; on franchit la Cère et on arrive sur les micaschistes.

Près de Vézac, moraine quaternaire.

A Cabanes, conglomérat andésitique à gros blocs.

A Carlat, visite du rocher basaltique reposant sur un lit de rivière pliocène et vue des plateaux basaltiques morcelés par les érosions quaternaires (fig. 15).

Déjeuner à Carlat.

A Leycenac, vue de la coupe ci-jointe (fig. 16).

Au-delà, de nombreuses tranchées favorisent l'étude de la brèche andésitique à gros blocs.

On traverse la vallée du Goul pour aller étudier à Jou-sous-Monjou les trachytes, phonolites et labradorites miocènes (fig. 17).

Une longue côte nous amène à Curebourse, sur le plateau dominant le flanc gauche de la vallée de la Cère (magnifique panorama).

De là on gagnera le célèbre gisement de plantes fossiles de la Mougudo dans les cinérites (fig. 4, p. 11).

Descente sur Vic-sur-Cère.

Dîner et coucher à Vic-sur-Cère.

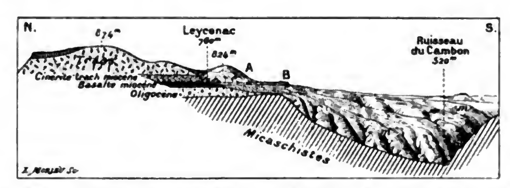


Fig. 16. — Coupe des contreforts de Leycenac. Aux derniers plans : A, brèche andésitique ; B, basalte miocène ; m, micaschistes.

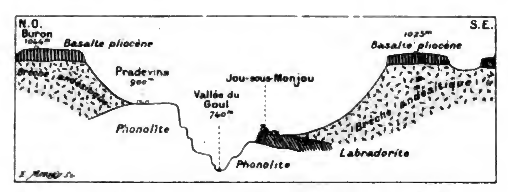


Fig. 17. — Coupe de la vallée du Goul, à Jou-sous-Monjou.

Septième journée. — **Mardi 4 septembre.**

Départ à 6 h. 1/2, en voiture, pour la traversée du Cantal par le col du Lioran. Route très pittoresque.

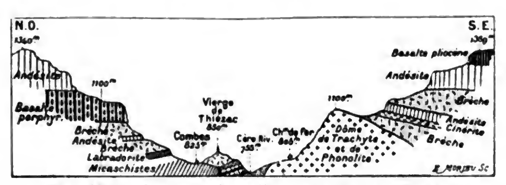


Fig. 18. — Coupe de la vallée de la Cère à Thiézac.

Etude des brèches volcaniques ; défilé du Pas-de-la-Cère.

A Thiézac, examen de la coupe ci-jointe (Fig. 18).

Au-delà, trachyte miocène et défilés du Pas-de-Compaing. La

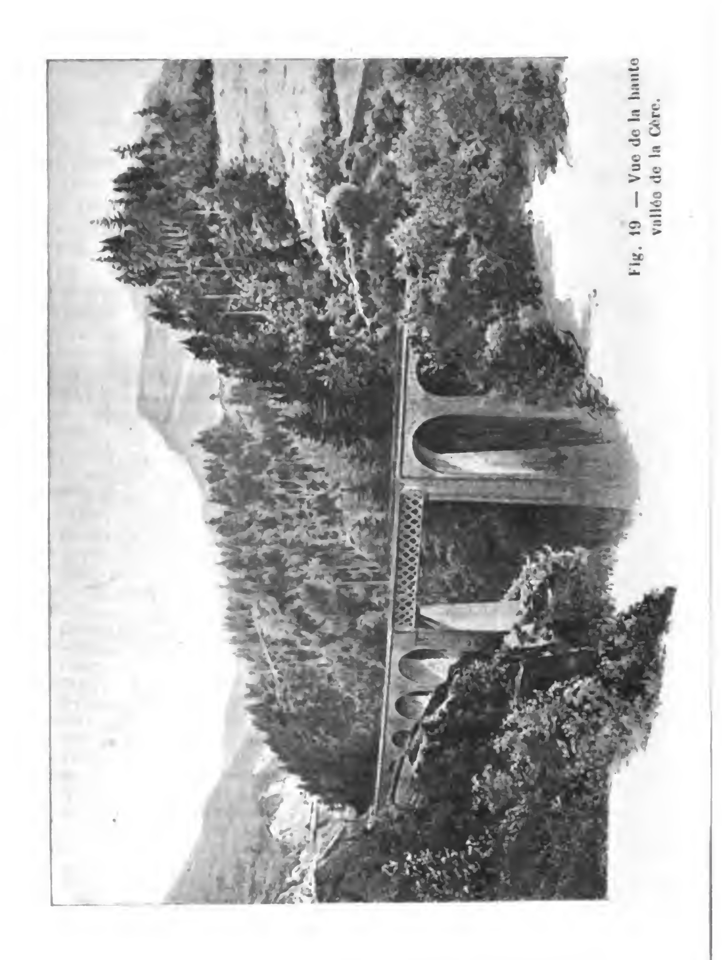


Fig. 19 — Vue de la haute vallée de la Cère.

route est dominée à gauche par le puy de Griou (1694^{m}), à droite par le Plomb-du-Cantal (1858^{m}). Les ravins latéraux et les flancs du cirque d'origine de la vallée de la Cère sont hérissés d'une foule de dykes. On passe du bassin de la Garonne dans celui de la Loire par le tunnel du Lioran (longueur : 1412^{m}, altitude à l'entrée 1130^{m}, à la sortie 1175^{m}).

Déjeuner au Lioran.

A 2 h. départ pour Murat. La route suit la rive gauche de l'Allagnon ; elle traverse un massif de trachyte miocène coupé par de nombreux dykes d'andésite. A Laveissière, affleurement de calcaire oligocène et coulée de basalte miocène que la route suit jusqu'à Murat. En face, de l'autre côté de la vallée (fig 20), cinérites trachytiques et lignites à plantes miocènes de Chambeuil.

Arrivée à Murat.

Visite de la ville (vieilles maisons, rues pittoresques); orgues basaltiques du rocher de Bonnevie, etc.

Dîner et coucher à Murat.

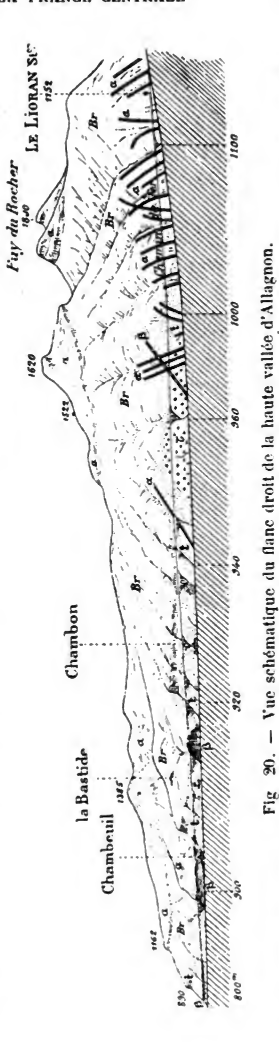


Fig 20. — Vue schématique du flanc droit de la haute vallée d'Allagnon.

β, basalte miocène ; τ, trachyte ; t, tuf trachytique ; £, lignite de Chambeuil ; Br, brèche andésitique ; α, coulées d'andésite.

HUITIÈME JOURNÉE.

Mercredi 5 septembre

De Murat au Puy-Mary en voiture et retour à Murat.

La route s'élève par une côte raide sur le flanc gauche du vallon de la Chevade (brèches andésitiques, andésites basiques, basaltes pliocènes). Au col d'Entremont, andésite augitique à haüyne exploitée comme tuiles. De ce point, belle vue sur le massif du Cantal et la vallée de la Santoire, que l'on remonte à partir de Dienne jusqu'à son cirque d'origine, au pied même du Puy-Mary.

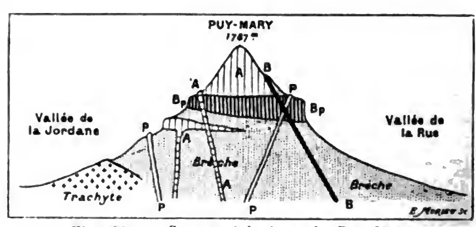


Fig. 21. — Coupe géologique du Puy-Mary.
A, andésite ; P, phonolite ; B, basalte ; Bp, basalte porphyroïde.

A partir du col d'Eylac, ascension de la montagne par le Pas de Peyrol (1582m) ; on observera les divers termes de la coupe, fig. 21 qui présente la plupart les roches du massif dans leur ordre chronologique normal. Du sommet du Puy-Mary (1787m) vue d'ensemble de l'ancien volcan cantalien et panorama grandiose.

Retour par la même route.

Dîner et coucher à Murat.

Neuvième journée. — Jeudi 6 septembre

Départ en chemin de fer pour Le Puy.

On descend la vallée de l'Allagnon dans un paysage morainique particulièrement net à Neussargues, où les moraines des glaciers quaternaires de l'Allagnon et de la vallée d'Allanche venaient se réunir.

On passe sous le rocher basaltique de Merdogne, qui surmonte des cinérites avec flore du Miocène supérieur et, à partir de ce point, la vallée, perdant son caractère glaciaire, se resserre entre deux murailles de gneiss (souvent amphibolique) que couronnent les fronts de nappes basaltiques du Pliocène supérieur. A Massiac, le rocher basaltique de Sainte-Madeleine indique le niveau de la vallée pliocène.

A Lempdes, la vallée s'élargit ; on entre dans le bassin tertiaire de Brioude qui n'est que le prolongement de la Limagne d'Auvergne.

A partir d'Arvant, la voie ferrée remonte la vallée de l'Allier ; elle passe près de Bournoncle-Saint-Pierre, où l'on a trouvé beaucoup d'ossements fossiles oligocènes. De Brioude, belle vue sur les terrasses de l'Allier, les montagnes du Livradois et la chaîne du Velay. Près de Frugières-le-Pin se trouve le volcan de Senèze, riche en Mammifères fossiles du Pliocène.

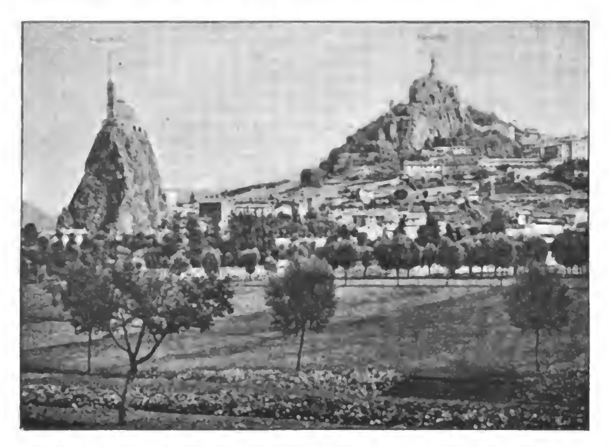


Fig. 22. — Vue du Puy (rochers Corneille et Saint-Michel).

A Saint-Georges-d'Aurac, la ligne quitte la vallée de l'Allier et décrit une grande courbe pour traverser la chaîne du Devès ; vue de la montagne du Coupet, célèbre par ses gisements de gemmes et d'ossements fossiles.

A Fix-Saint-Geneys, on franchit la ligne de partage des eaux de la Loire et de l'Allier, par un long tunnel creusé dans des gneiss granulitiques et grenatifères.

A Darsac, vue caractéristique des champs de basalte avec, à l'horizon, les cônes de scories de l'axe de la chaîne.

A Borne et à Saint-Vidal, grandes coupes dans les argiles oligocènes servant de substratum aux formations volcaniques. On passe au pied de la montagne de Denise et le merveilleux panorama de la ville du Puy apparaît brusquement.

Déjeuner au Puy.

Après déjeuner, visite en voiture du Puy et de ses environs. Musée d'histoire naturelle. — Ascension du Rocher Corneille, pour étudier sa composition et avoir, du sommet, avec une vue admirable, une idée de la géologie de l'ensemble de la région.

Du Rocher Corneille on se rendra à la montagne de Denise, à la structure de laquelle participent tous les terrains des environs du Puy. Sa stratigraphie est résumée dans la coupe fig. 23.

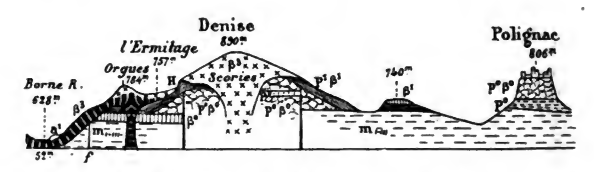


Fig. 23. — Coupe de la montagne de Denise.

m -III, oligocène ; p^0, sables à mastodontes (Pliocène moyen) : $p^0 \beta^0$, brèches basaltiques du Pliocène moyen ; $p^1 \beta^1$, brèches à *Elephas meridionalis* ; β^3, basalte quaternaire ; a^1, atterrissements à *Elephas primigenius* ; H, gisement de l'Homme fossile ; f, failles.

On verra le gisement de l'*Homme fossile de Denise* et l'on descendra sur Ronzon pour visiter les carrières de pierre à chaux (ossements fossiles) et le riche gisement de zircons du Riou-Pezzouliou.

Si le temps le permet, on visitera le rocher de Polignac.

Dixième journée. — Vendredi 7 septembre.

Les 10e et 11e jours seront consacrés à une excursion en voiture dans les massifs du Mégal et du Mézenc.

A 3 kilom. du Puy, on arrive aux bords de la Loire (arkoses avec flore éocène, argiles sableuses et marnes bariolées oligocènes surmontées de basaltes). On traverse le petit bassin d'effondrement de Saint-Germain-Laprade, on coupe une des failles limites du voussoir granitique de Peyredeyre et l'on arrive à Blavozy, où l'arkose éocène est très développée.

A Saint-Étienne-Lardeyrol, nous entrons dans la région du Mégal, dans le *pays des phonolites*. Le phonolite de Lardeyrol est dépourvu de néphéline. Celui du Mont Pidgier renferme au contraire ce minéral en très grande quantité. Une apophyse,

coupée par la route, paraît représenter le remplissage de la fissure autour de laquelle s'est amoncelée la masse rocheuse du cône.

Laissant à gauche les masses imposantes du Pertuis et du Loségal, nous contournons le Mont-Chenon, le Bouchit, et arrivons à Queyrières pour vérifier la coupe fig. 24.

Du col de la Jame, on passera au pied du Signal du Mégal (1438^m) pour gagner Boussoulet et Montvert (coulée de phonolite riche en néphéline et œgyrine). La route traverse un plateau basaltique, pour arriver au lac de Saint-Front, dépression cratériforme creusée dans le basalte. Au village du même nom, le basalte repose par l'intermédiaire des tufs sur une coulée d'andésite augitique très compacte.

Nous sommes maintenant dans le massif du Mézenc, dont nous coupons successivement les basaltes supérieurs, les phonolites (rocher d'Aiglet), les trachytes augitiques.

Dîner et coucher aux Estables.

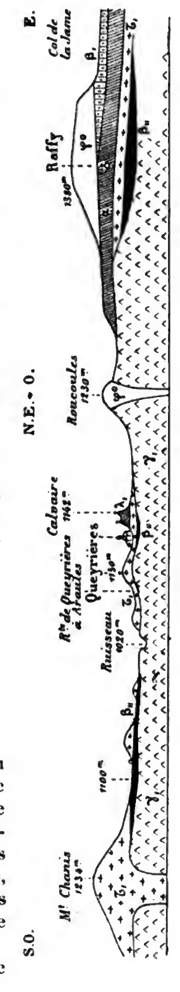


Fig. 24. — Coupe des environs de Queyrières dans le massif du Mégal.

γ_1, granite ; β_{11}, basaltes miocènes ; τ_1, trachytes miocènes ; α et λ, andésites et labradorites augitiques ; β_1, basalte porphyroïde ; φ^o, phonolites.

Onzième journée.

Samedi 8 septembre

De très bonne heure, ascension du Mézenc (1754^m), masse phonolitique du haut de laquelle l'œil découvre un immense panorama, non seulement sur le Massif central, mais encore sur les ravins de l'Ardèche, la vallée du Rhône et la chaîne des Alpes. Examen de la coupe du cirque des Boutières (fig. 26).

Retour aux Estables; en voiture

des Estables au Monastier. Coulées de basaltes anciens (du



Fig. 25. — Le Mézenc vu de la maison forestière.

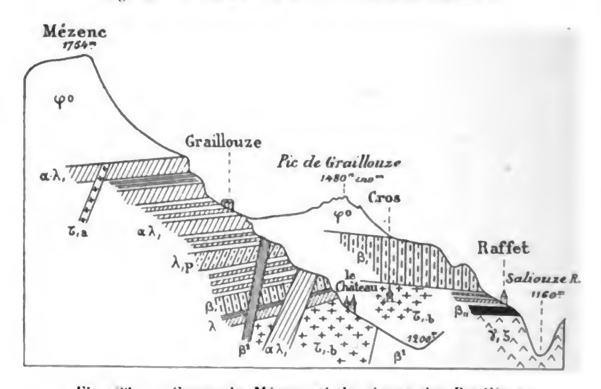


Fig. 26 — Coupe du Mézenc et du cirque des Boutières.

$\gamma_1 \zeta_1$, granite gneissique; β_1, basalte miocène; $\tau_{1\text{-}b}$, trachyte miocène; $\alpha\lambda_1$ et $\lambda_1 p$, andésites et labradorites augitiques; β_1, basalte porphyroïde; $\tau_1 a$, trachyte augitique; φ^o, phonolites; β^1, basalte pliocène.

Miocène supérieur et du Pliocène inférieur), reposant sur des argiles et cinérites avec empreintes de plantes du Miocène supé-

rieur. A Moulin-Béraud, dyke d'andésite augitique et, à la Besseyre, tufs de labradorite avec gros cristaux libres d'andésite et d'hornblende (fig. 27).

Déjeuner au Monastier.

Départ en voiture pour Le Puy. En passant à Lherm, coup d'œil sur les sables et argiles avec chailles jurassiques à peine roulées, montrant que certains étages du jurassique arrivaient autrefois assez près du Monastier.

A la Terrasse, Oligocène avec les couches de Ronzon et coulées scoriacées pléistocènes, de la plus grande fraîcheur.

Après avoir traversé la Loire à Coubon, on observe des éruptions analogues sorties du mont Jonet, volcan quaternaire greffé sur la Garde d'Ours qui est un volcan pliocène. Au col de Taulhac, en effet, la route coupe en tranchée les sables et cailloux roulés à Mastodontes. De ce point, qui domine la vallée de la Loire, on sera bien placé pour apprécier les changements topographiques survenus dans la contrée depuis le Pliocène.

Dîner et coucher au Puy.

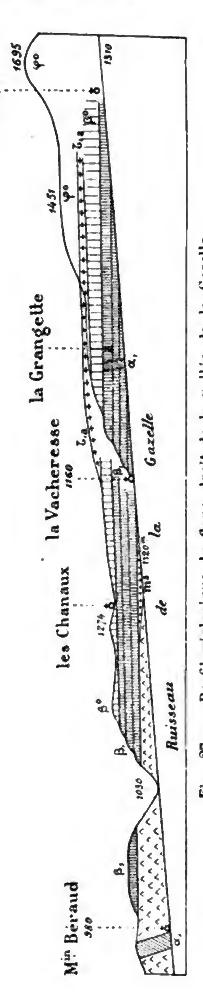


Fig. 27. — Profil géologique du flanc droit de la vallée de la Gazelle.
γ^1, granite ; m^3, miocène supérieur ; β^1, basaltes compacts ; β^0, basalte semi-porphyroïde ; α_1, andésite augitique ; τ_{1a}, trachyte augitique ; φ^0, phonolite.

Douzième journée

Dimanche 9 septembre

Départ en voiture pour Mende. On traverse la chaîne du Velay, la vallée de l'Allier,

la chaîne de la Margeride. La route gravit une longue rampe pour arriver sur les plateaux basaltiques de la chaîne du Devès dont les sommets barrent l'horizon. A Tarreyre des carrières de pouzzolane favorisent l'étude d'un cône éruptif. Vastes champs de basalte jusqu'à Pradelles, d'où l'on descend sur la vallée de l'Allier et Langogne (gneiss).

Une nouvelle côte, sur des gneiss granitisés et sur le granite porphyroïde, nous élève sur les plateaux déserts et incultes, à hydrographie incertaine, de la Margeride et du Palais du Roi; beaux paysages granitiques. A Châteauneuf-de-Randon, on laisse à gauche les causses liasiques et jurassiques de la Plaine de Montbel qui s'appuient sur le massif cristallin du Mont Lozère; on arrive à 1.400^{m} d'altitude et l'on descend ensuite brusquement sur Mende par une route des plus pittoresques, qui permet d'apprécier la descente en bloc des plateaux calcaires autour des roches cristallines du Massif central.

BIBLIOGRAPHIE (1)

POULETT-SCROPE. — Géologie des volcans éteints du centre de la France, traduit par Vimont. Vol. 8° avec pl. Clermont, 1866.

FOUQUÉ. — Le Plateau central de la France. (*Académie des Sciences. Comptes rendus*, 1890).

BOULE (M.). — Le Massif Central de la France, étude géographique, br. 8° avec une carte hypsométrique et géologique en couleurs. (Ext. du *Dictionnaire géographique de la France* de Joanne) 1895.

LECOQ (H.). — Les époques géologiques de l'Auvergne, 5 vol. 8° avec pl. Paris-Clermont, 1867.

MICHEL-LÉVY. — La chaîne des Puys et le Mont-Dore. (*Bull. de la Soc. Géolog. de France*, 3e série, t. XVIII, p. 688-845, avec fig. et pl.) — Réunion de la Société Géologique de France à Clermont-Ferrand en 1890 (*id.*, p. 678-953).

BOULE (M.). — La Topographie glaciaire en Auvergne. (*Annales de Géographie*, 1896).

RAMES (J.-B.). — Géogénie du Cantal, 1 vol. in-16 avec 2 pl. Aurillac, Bouygues, 1873. — Réunion de la Société Géologique de France à Aurillac en 1884. (*Bull. de la Soc. géol.* 3e s., t. XII, p. 773 à 828.

BOULE (M.). — Le Cantal miocène, avec 1 carte, 2 pl. et des fig. (*Bull. des services de la Carte géologique de la France*, n° 54, 1896).

BOULE (M.) et FARGES (L.). — Le Cantal, Guide du touriste, du naturaliste et de l'archéologue, 1 vol. in-16 de 316 p., avec cartes et fig. Paris, Masson et Cie, 1898.

BOULE (M.). — Géologie des environs d'Aurillac. (*Bull. des Services de la Carte géologique*, n° 76, 1900).

(1) Nous ne pouvons indiquer ici que les ouvrages les plus importants ou les plus récents ; on trouvera des bibliographies détaillées : 1° pour la Chaîne des Puys et le Mont-Dore, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XVIII, p. 674-685 ; 2° pour le Cantal, *même Recueil*, 3e s. t. XII, p. 774 ; 3° pour le Velay, dans la Description géologique du Velay, par M. Boule (*Bulletin du service de la Carte géologique*, n° 28.)

Réunions de la Société géologique de France au Puy en 1869 (*Bull. de la Société géologique, 2ᵉ série*, t. XXVI), et en 1893 (*id.* t. XXI).

Termier (P.). — Les éruptions du Velay (*Bull. des Services de la Carte géologique*, nº 13, 1890).

Boule (M.). — Description géologique du Velay, 1 v. 8º, 260 p., avec pl. et fig. (*Bull. des Services de la Carte géologique*, nº 28, 1892).

Feuilles de la Carte géologique détaillée au 1/80.000ᵐᵉ qui seront parcourues par l'excursion (fig. 28).

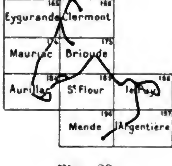


Fig. 28.

Ces feuilles sont accompagnées de légendes explicatives.

1. Feuille de Clermont, par M. Michel Lévy.

2-5. Feuilles de Mauriac, Aurillac, Saint-Flour et Brioude, par M. Fouqué.

6. Feuille du Puy, par MM. Termier et Boule.

7. Feuille de l'Argentière, par M. Fabre.

Les feuilles d'Ussel et de Mende, qui sont légèrement touchées par l'itinéraire, n'ont pas été publiées.

DEUXIÈME PARTIE

RÉGION DES CAUSSES

NOTICE DE

M. G. FABRE

Itinéraire général

Onzième journée. — Samedi 8 septembre

Le Puy à Langogne en chemin de fer par les gorges granitiques de l'*Allier* avec coulées de basalte.

Traversée en voiture du *plateau granitique du Haut-Gévaudan.*

Vues sur la haute *plaine de Montbel.*

Descente à Mende. — Coucher.

Douzième journée. — Dimanche 9 septembre

En voiture de Mende au col de Montmirat par les *gorges du Lot*, et la vallée liasique du *Valdonnez.* — Beaux gisements d'ammonites. — Montée au *col de Montmirat.* — Vue d'ensemble sur le Mont-Lozère. — Descente dans le bassin d'Ispagnac. — Course à pied (3 heures) pour étudier les failles. — Entrée du *Cañon du Tarn* et descente en voiture jusqu'à *Sainte-Enimie.* — Coucher.

Treizième journée. — Lundi 10 septembre

Descente du Cañon en barques jusqu'au *Pas-de-Soucy*, point où la rivière du Tarn se perd sous terre. — Traversée à pied (2 kilom.) — Reprise des barques au village des Vignes et descente jusqu'au Rozier. — Coucher.

Quatorzième journée. — Mardi 11 septembre

En voiture. — Remontée du *Cañon de la Jonte.* — Visite de la grotte de *Dargilan* (4 heures). — Débouché dans le val liasique de *Meyrueis.* — Coucher.

Quinzième journée. — Mercredi 12 septembre

En voiture. — Ascension du *Causse-noir.* — Petits causses de Saint-Sauveur et de *Camprieu.* — Visite à pied de la rivière *souterraine du Bramabiau* et de ses pentes. — Ascension du *Mont Aigoual* en voiture. — Dîner et campement à l'*Observatoire météorologique* (1567m).

Seizième journée. — Jeudi 13 septembre

Visite de l'Observatoire et de ses abords. — Traversée en voiture du *plateau granitique de Lesperou.* — Descente au Vigan. — Coucher.

Cartes géologiques

Carte géologique détaillée de la France à $\frac{1}{80000}$ feuilles de Largentière et d'Alais.

Carte géologique de la France, par Carez et Vasseur.

Cartes topographiques

Carte d'Etat-Major à $\frac{1}{80000}$ feuilles de Largentière, Mende, Séverac, Alais et Le Vigan.

Guides

Guide-Joanne — : Les Cévennes.
Itinéraires-Miriam — : Causses et Cañons du Tarn.

Aperçus topographiques et géologiques

Le pays qu'on se propose de traverser constitue la partie septentrionale et centrale de la région de calcaires jurassiques qui s'enfonce comme un coin dans la masse des terrains cristallins de la France centrale. Ces vastes plateaux d'aspect aride, appelés *Causses* sont séparés les uns des autres par d'étroites et profondes vallées d'érosion (Cañons). Les strates jurassiques viennent mourir en biseau sur les roches cristallines le long de la bordure des Causses ; de plus elles sont accidentées par de grandes failles ; le programme de l'excursion comporte la visite des localités où cette tectonique est nettement visible.

Onzième journée. — **Samedi 8 septembre**

Le trajet de Langogne (900 m.) à Mende (740 m.) se déroule sur le haut *plateau granitique du Gévaudan*. L'aplatissement de tous les mamelons de ce haut plateau, l'effacement général de ses formes, et l'aspect usé du relief montrent bien qu'on est ici sur une des plus antiques rugosités de la France.

Au point culminant du trajet, au moment où on franchit le *Col de la Pierre-Plantée* (1265 m.) on arrive brusquement sur les grès infraliasiques ; on est alors tout à côté de ce curieux nœud hydrologique de la France qu'on appelle la *Plaine de Montbel* (1200 m.). En ce point viennent mourir en biseau les derniers sédiments des anciennes mers jurassiques ; ils constituent ici une vaste plaine tourbeuse de 20 kilomètres carrés d'où les eaux indécises s'écoulent à la fois dans les bassins du Rhône, de la Loire et de la Garonne.

De là, on descend toujours jusqu'à Mende en recoupant les diverses assises de l'Infralias jusqu'à la vallée du Lot. Celle-ci est largement creusée dans les marnes tendres du Lias, et elle est dominée par les escarpements rocheux du causse.

Douzième journée. — **Dimanche 9 septembre**

Le trajet en voiture de Mende à Balsièges permet de contourner le *Causse de Mende* par les gorges du Lot. Une halte donnera toute facilité pour explorer un des riches gisements d'ammonites dans les marnes du Lias de la *Vallée du Valdonnez*. Puis la route se développe dans des éboulis granitiques et escalade les pentes du *Col de Montmirat* (1046 m.), étroit chaînon qui relie le *Causse de Sauveterre* au massif granitique du *Mont-Lozère* (1701 m.). On y voit toute la série jurassique horizontale épaisse ici de plus de 400 m. venir buter par faille contre le granite.

A partir de ce point commence la descente dans le bassin du Tarn ; on passe à Ispagnac où on étudiera la coupe détaillée de l'Infralias, du Lias et du Bajocien, et où on examinera de loin le tracé des grandes failles qui accidentent

ce coin de terre : elles ont découpé ici la masse même des Causses en voussoirs qui ont subi de grands déplacements relatifs et un léger mouvement de torsion. Cette structure tectonique un peu compliquée est la cause première de la pittoresque beauté du bassin d'Ispagnac, à la sortie duquel on pénètre dans le *cânon du Tarn*. Bientôt les parois de la vallée se resserrent, et la route, d'abord installée dans les dolomies bajociennes, recoupe les calcaires fluvio-marins du Bathonien inférieur, puis les dolomies sableuses du Bathonien supérieur et l'étroite bande du calcaire callovien ; elle se poursuit alors vers Montbrun et Blajoux dans les calcaires oxfordiens.

C'est ici que le cours du Tarn recoupe l'axe du géosynclinal des causses. L'épaisseur totale des sédiments jurassiques doit atteindre ici au moins 1.500 mètres. Dès lors, grâce à un léger relèvement des couches, la rivière coule de nouveau dans les dolomies bajocienne et bathonienne, et le caractère pittoresque du cañon s'accentue à mesure qu'on s'approche de Sainte-Enimie.

Treizième journée. — **Lundi 10 septembre**

A Sainte-Enimie, toute route carrossable s'arrête, et la descente du cañon n'est plus possible que dans de petites barques pouvant contenir cinq ou six voyageurs chacune. Toute la flottille s'égrène au fil de l'eau, et on est ainsi entraîné sans fatigue au milieu de paysages rocheux où l'étrangeté des profils n'a d'égale que le contraste lumineux entre la gaie verdure du fond de la vallée et les chaudes colorations qui teintent les grands escarpements dolomitiques.

C'est que la dolomie règne ici presque sans partage ; elle envahit par places toute la série jurassique, détruisant les derniers vestiges de fossiles et introduisant dans la structure du cañon une uniformité de composition lithologique très favorable au pittoresque, mais très défavorable à la stricte délimitation des étages. Le Callovien seul, réduit parfois à quelques décimètres de calcaire siliceux glauconieux, offre

un précieux point de repère quand on peut le saisir au milieu de l'immense épaisseur des dolomies cristallines.

Un des points les plus intéressants est celui dit le *Pas-de-Souçy* (415 mètres), où les deux parois du cañon, hautes de près de 600 mètres et à peine distantes de 1.800 mètres, sont entièrement constituées par la dolomie bathonienne. Sur la rive droite, un colossal éboulement moderne a précipité au fond de la vallée un chaos d'énormes blocs dans lesquels la rivière se perd en mugissant.

Peu après ce site grandiose, une très grande faille, presque perpendiculaire à la vallée, fait remonter au jour de plus de 300 mètres de profondeur les marnes bleues du Toarcien et amène ainsi une modification complète dans l'aspect des versants du cañon. A partir du hameau des Vignes, ce ne sont plus dès lors que des pentes verdoyantes coupées par deux barres rocheuses ; la plus basse est constituée par la dolomie bajocienne, la plus élevée par la dolomie bathonienne sous forme d'une colossale muraille à pic qui se continue majestueuse et uniforme pendant plus de 10 kilom. jusqu'au Rozier (338^{m}), point terminus de la navigation. Entre temps à Eglazines on recoupe un puissant culot de basalte pliocène éruptif.

QUATORZIÈME JOURNÉE — **Mardi 11 septembre**

Au Rozier on quitte la vallée du Tarn pour remonter celle de la *Jonte*, qui est un cañon plus étroit que celui qu'on vient de descendre. La route se maintient longtemps au niveau du Bathonien inférieur fluvio-marin, et en plusieurs points se voient les entrées des galeries de mine d'où on a extrait jadis la mauvaise houille ligniteuse qui caractérise ce niveau. Les dolomies continuent à hérisser les pentes du cañon de leurs murailles verticales souvent absolument monolithes sur 200^{m} de haut et colorées des plus vives couleurs de l'ocre.

C'est dans un des rochers dolomitiques de la rive gauche que s'ouvre la célèbre *grotte de Dargilan*, merveille souterraine ornée de stalactites et de draperies qui n'ont de rivales que dans les grottes d'Adelsberg. L'entrée se trouve à 860^{m} d'altitude absolue et à 200^{m} au-dessus de la rivière : on y

accède par un sentier à pied ; le développement des galeries dépasse 1,500 mètres ; dans certaine salle, la voûte atteint 50m de haut, et les stalactites, éclairées au magnésium, forment un spectacle féerique. Le levé méthodique de la grotte a été fait, et permet d'y voir le cheminement ancien de quelque rivière souterraine.

De l'entrée on a une des plus belles vues d'ensemble du cañon de la Jonte ; on peut de là embrasser d'un seul coup d'œil le colossal travail d'érosion dont cette vallée est le résultat. En remontant le cañon pendant 5 kilomètres encore, on arrive à *Meyrueis* (685m), petite ville assise dans une région mamelonnée de marnes liasiques. Les causses finissent ici et se terminent par un front de pentes raides qui font face aux régions de roches cristallines. La course du 12 septembre a pour but de faire voir la rapide diminution d'épaisseur des couches jurassiques, à mesure qu'on se rapproche du « horst cristallin » et leur relèvement par des failles.

Quinzième journée. — Mercredi 12 septembre

A 1 kilomètre de Meyrueis, la route franchit la grande faille déjà traversée le 9 septembre au col de Montmirat, et monte par des lacets à travers une forêt de pin sylvestre qui masque un peu les schistes paléozoïques. Au sommet de la cote (1003m), on se trouve traverser de nouveau la même faille et on est parvenu sur le plateau du *Causse-Noir*, plateau accidenté ici comme partout par des vallons et des combes sans eau. Mais les traces d'anciens cours d'eau abondent partout et on recoupe les alluvions quartzeux qui jalonnent l'ancien lit tertiaire de la Jonte avant le creusement du cañon.

Du *Col de Monjardin* (1034m), point culminant de la route, le regard s'étend au loin vers l'O., sur la surface dénudée des causses, tandis qu'à l'E. et au S. il plonge au fond de la vallée du Trévézel excavée jusqu'au soubassement cristallin. La plupart des mamelons de cette vallée sont couronnés par un petit causse que la dénudation a isolé de ses voisins. Un de ces causses, celui de Camprieu (1,128m), constitué exclusivement par l'Infralias, permet de surprendre en action un des modes employés par la nature pour le creusement des cañons.

On voit là un modeste cours d'eau, le Bonheur, pénétrer dans une caverne, s'y perdre en ramifications immenses (6,300^{m} déjà reconnus), et en ressortir à 125^{m} plus bas que son entrée au fond d'une grandiose alcôve encadrée par des falaises verticales. C'est là le site si curieux appelé *Bramabiau* (brame-bœuf) à cause du mugissement des eaux qui tombent en cascade à la sortie. La traversée complète de la rivière souterraine a été faite pour la première fois le 27 juin 1888 par M. Martel; elle est dangereuse, et elle entraîne à des bains forcés dans une eau glaciale; mais la simple visite des parties accessibles à pied sec suffit pour récompenser amplement le visiteur de sa peine. Cette visite jette un grand jour sur le mode d'activité érosive des eaux souterraines en vue de la formation de certains effondrements ou « avens ».

A 5 kil. de là, la route atteint le *col de la Serreyrede* (1.297 m.) sur les schistes granitisés, et on passe en ce point du versant océanique au versant méditérranéen. C'est un spectacle inoubliable que de voir se creuser à 1.000 m. sous ses pieds la profonde vallée rocheuse où coule le petit fleuve de l'Hérault, et de voir l'horizon s'élargir brusquement vers la Méditerranée, et donner de lointaines échappées de vue jusqu'aux Alpes.

La route continuant à monter se développe sur une montagne de schistes à séricite d'âge paléozoïque avec couches de calcaire cipolin intercalées; tout cet ensemble est adossé à un grand massif granitique de 150 kil. carrés qui y envoie des apophyses de granite, à deux temps de consolidation.

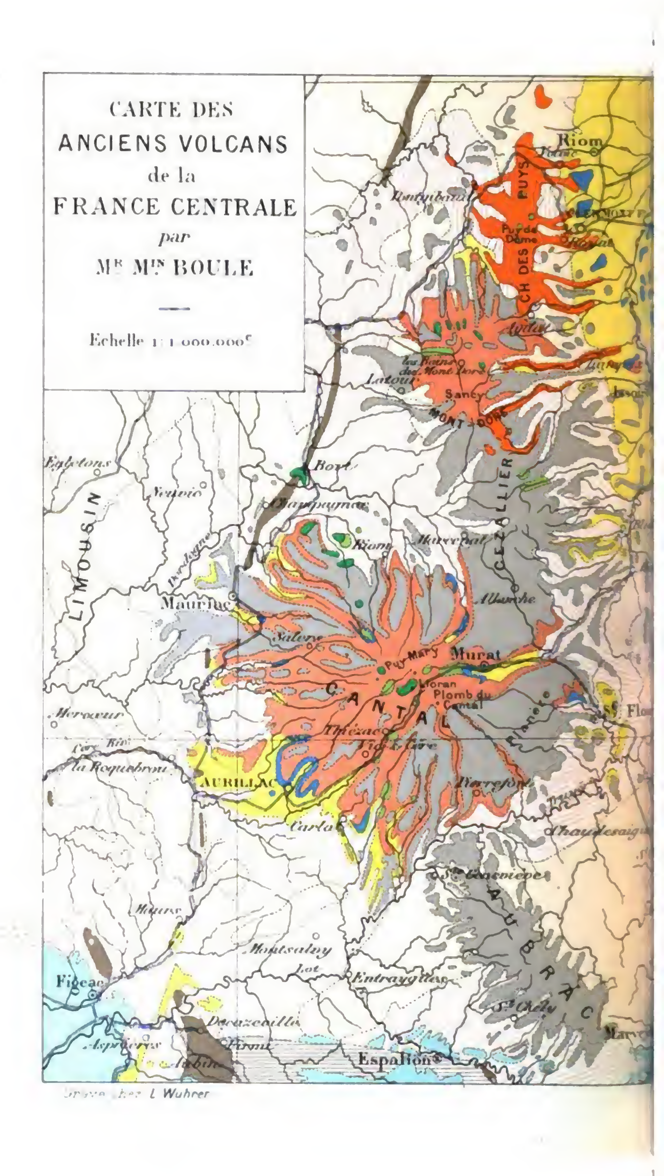
SEIZIÈME JOURNÉE. — **Jeudi 13 septembre**

Le sommet du *Mont-Aigoual* (1.567 m.) est couronné par l'Observatoire météorologique fondé par M. Fabre et construit sur ses plans par l'Administration des Forêts. On est ici au centre d'une région excessivement pluvieuse (plus de 2 mètres par an) qui, par la dénudation de ses montagnes, est vouée à des érosions torrentielles désastreuses pour les vallées inférieures. Mais depuis trente ans, l'Etat procède méthodiquement à l'achat de tous les terrains ruinés et à leur reboisement, de façon à rétablir sur ces montagnes le manteau de

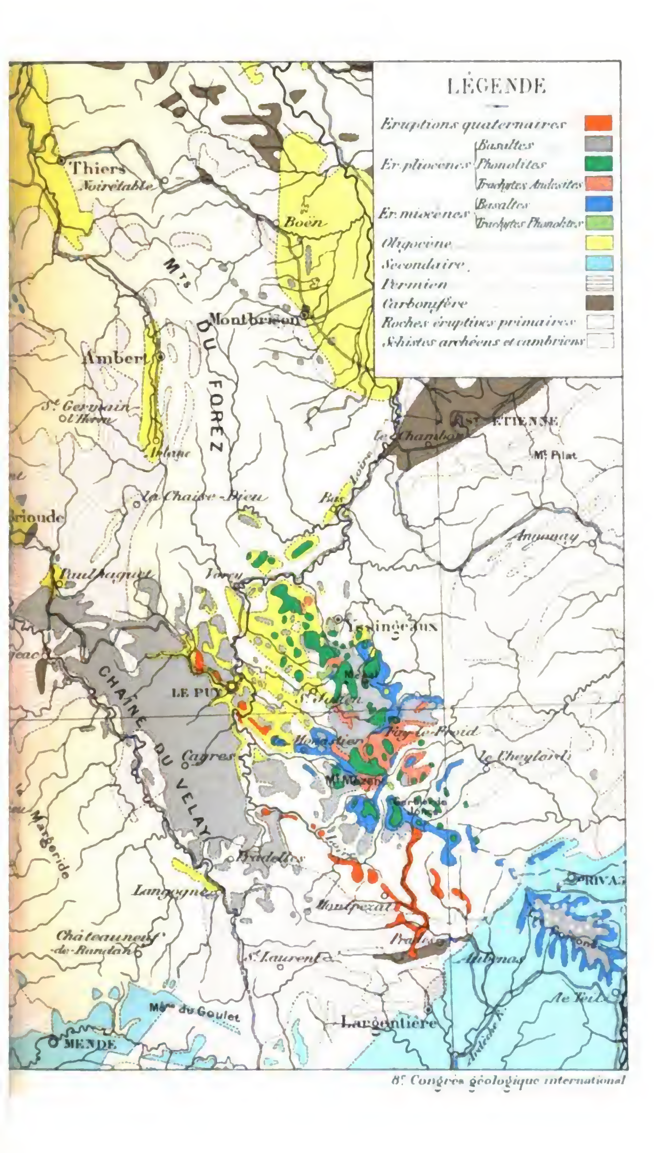
forêts de protection dont il avait été jadis revêtu par la nature, et dont l'imprévoyance humaine l'avait dépouillé. Déjà, plus de 10,000 hectares de jeunes forêts sont disséminées autour de l'Observatoire, et près de quatre millions de francs ont été employés à ces utiles travaux.

Du belvédère du Mont-Aigoual, on embrasse en un tour d'horizon circulaire l'ensemble du *pays des Cévennes*, pays de roches cristallines, aujourd'hui très profondément érodé et creusé de gorges pittoresques, mais qui constituait jadis aux époques triasique et jurassique une pénéplaine, tantôt légèrement inondée, tantôt submergée par les mers transgressives de l'Infralias et du Bajocien. Cette ancienne structure tectonique se distingue encore assez bien quand le temps clair permet une vue étendue.

La descente du Mont-Aigoual au Vigan se fait en traversant le haut *plateau granitique de Lesperou* (1200 m.), à peine sillonné de quelques vallons que l'érosion régressive des cours d'eau affluents de l'Océan n'a presque pas approfondi. Au contraire le pourtour du plateau, violemment attaqué par l'érosion des cours d'eau méditerranéens, est entaillé par des coupures de près de 1000 m. de profondeur creusées en plein granite massif. Il y a là, en descendant sur le Vigan, des paysages très pittoresques, avec des entassements de rochers granitiques entrecoupés par de minces filons de granulite. En approchant du village d'Arphy on peut étudier le contact du granite avec le schiste paléozoïque qui est ici feldspathisé et pénétré d'andalousite.



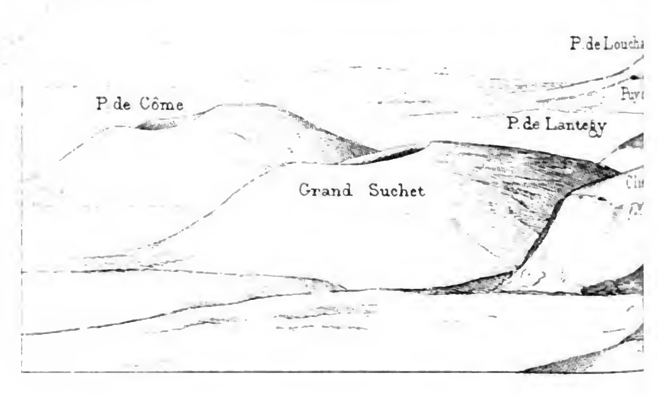
CARTE DES
ANCIENS VOLCANS
de la
FRANCE CENTRALE
par
Mr Min BOULE
Echelle 1:1.000.000e
Riom
CH DES PUYS
Sancy
MONT DORE
CEZALLIER
LIMOUSIN
Mauriac
Puy Mary
Murat
CANTAL
Plomb du Cantal
AURILLAC
AUBRAC
Figeac
Espalion
Gravé chez L. Wuhrer



8e Congrès géologique international

Vue panoramique de la partie septentrionale de L
(Dessin de M. BO

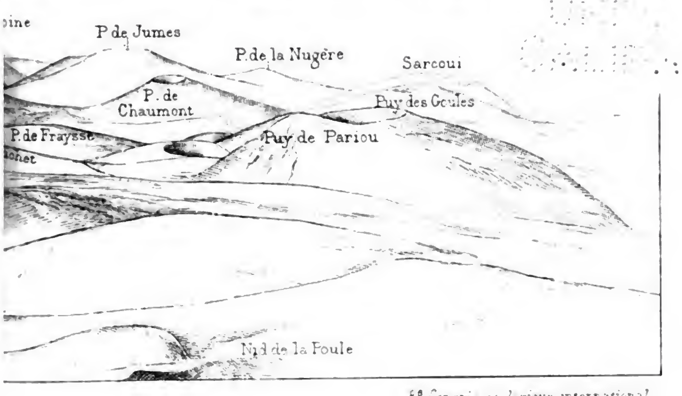




E DES PUYS, prise du sommet du Puy-de-Dôme
ès ses photographies)

Pl. II





8e Congrès géologique international.



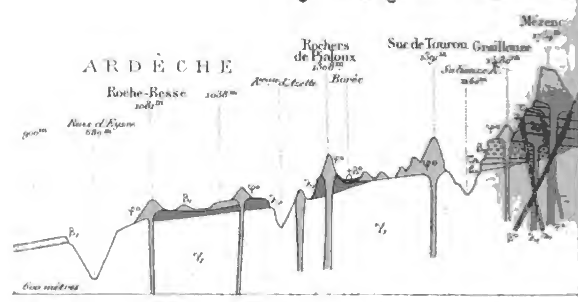
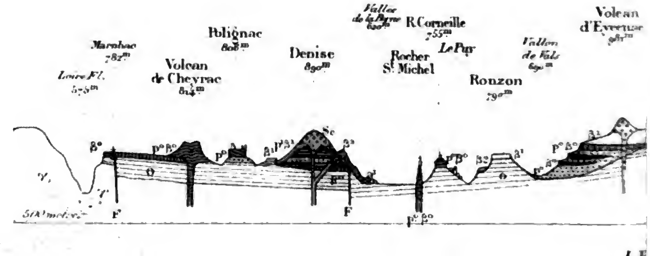


Fig. 2. Coupe générale, en partie schém

BASSIN DU PUY



I.F

a¹ *Alluvions quaternaires.*

Sc *Scories, cônes volcaniques.*

β³ *Basalte quaternaire du fond des vallées.*

β² *Basalte des pentes.*

β¹ *Basalte du Pliocène supérieur.*

p¹ *Pliocène supérieur.*

p²β° *Brèches basaltiques du Pliocène moyen.*

β° *Basaltes d*

p° *Sables du P*

φ° *Phonolites*

τα *Trachytes*

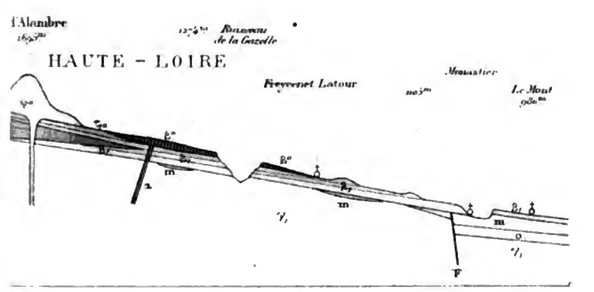
α *Andésites*

λ *Labrador*

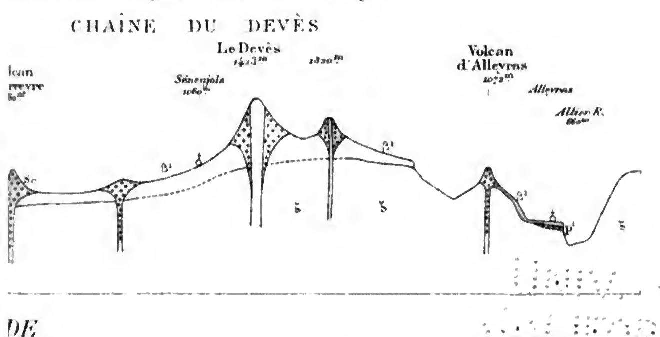
β, *Basaltes*

Gravé et Chromolith.e chez L. Wuhrer.

e, du Massif volcanique du Mézenc



du Bassin du Puy et de la Chaine du Velay



DE

...e moyen	...	β. *Basaltes du Pliocène inférieur (porphyroïdes).*
...moyen (à Mastodontes).		τb *Trachytes inférieurs*
		β₀ *Basalte miocène*
...s augitiques		m *Miocène supérieur*
...es.		o, *Oligocène.*
...iques		γ,ζ *Granite, schistes cristallins.*
... inférieur (compactes).	——	F *Failles.*

8e Congrès géologique international.

ITINÉRAIRE *

Mercredi	29	août	— Rendez-vous à *Clermont-Ferrand*, le soir : Hôtel de la Poste.
Jeudi	30	»	— Départ de Clermont-Ferrand 7 h., Puy-de-Dôme, *Clermont-Ferrand* : visite des collections de M. Paul Girod.
Vendredi	31	»	— Départ de Clermont-Ferrand 5 h. Laqueuille, la Bourboule, Mont-Dore, ascension du Sancy. *Mont-Dore*.
Samedi	1	septembre	— Départ du Mont-Dore 7 h., *Bort*.
Dimanche	2	»	— Bort à *Aurillac*.
Lundi	3	»	— Départ d'Aurillac 6 h., Carlat, *Vic-sur-Cère*.
Mardi	4	»	— Départ de Vic-sur-Cère à 6 h. 1/2, Lioran, *Murat*.
Mercredi	5	»	— Murat, Puy-Mary, *Murat*.
Jeudi	6	»	— Montagne de Denise, *Le Puy*.
Vendredi	7	»	— Le Puy, Massif du Mégal, *Les Estables*.
Samedi	8	»	— Les Estables, Massif du Mézenc, *Le Puy*.
Dimanche	9	»	— Le Puy à Langogne, Plateau du Haut-Gévaudan, *Mende*.
Lundi	10	»	— Gorges du Lot, Valdonnez, Col de Montmirat, Bassin d'Ispagnac, Cañon du Tarn, *Sainte-Enimie*
Mardi	11	»	— Cañon du Tarn, *Le Rozier*.
Mercredi	12	»	— Cañon de la Jonte, Grotte de Dargilan, *Meyrueis*.
Jeudi	13	»	— Causse Noir, Causses de St-Sauveur et de Camprieu, Bramabiau, *Mont-Aigoual*.
Vendredi	14	»	— Mont-Aigoual, Plateau granitique de l'Esperon, *Le Vigan*.
Samedi	15	»	— Le Vigan à Millau. Traversée du Larzac, visite du Boundoulaou, *Rodez*.
Dimanche	16	»	— Rodez au Tindoul de la Vayssière. Du Tindoul à Salles-la-Source par le Causse de Concourès. Gramat.
Lundi	17	»	— Puits de Padirac, Gouffre de Réveillon, Alvignac, Rocamadour

* Cet itinéraire modifie et précise, en divers points, ceux qui sont indiqués dans les notices *Xa*, *Xb*, XVII, ces excursions ayant été fusionnées par leurs conducteurs.

XI

BASSINS HOUILLERS

DU

CENTRE DE LA FRANCE

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

MM. H. FAYOL et C. GRAND'EURY

N° XI[a]

PREMIÈRE PARTIE

29 Août au 4 Septembre

Notice de M. H. FAYOL

Bassins houillers de Commentry et de Decazeville.

N° XI[b]

DEUXIÈME PARTIE

5 au 7 Septembre

Notice de M. C. GRAND'EURY

Bassin houiller de la Loire.



CARRIÈRE DE FIRMY, DANS LE TERRAIN HOUILLER DE DECAZEVILLE

BASSINS HOUILLERS

DE

COMMENTRY ET DE DECAZEVILLE

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. H. FAYOL

COMMENTRY

L'excursion de Commentry (1) a pour but de montrer les faits qui ont servi de base à la théorie des Deltas.

(1) L'excursion de Commentry prendra une journée seulement. Le rendez-vous est fixé au 30 août, à 7 h. du matin, au bureau de la mine. Après avoir consacré une heure à l'examen des plans et des collections, on visitera les carrières. Quelques expériences sédimentaires seront préparées pour le passage des congressistes.

L'excursion de Decazeville durera trois jours. Elle commencera le 1er septembre, à 7 heures du matin.

Des itinéraires allant de Paris à Commentry et de Commentry à Decaze-

Ces faits sont les suivants :

1° Constitution lithologique du terrain houiller (Fig. 1, Pl. I). — On distingue dans le terrain houiller de Commentry plusieurs zones de constitution lithologique différente, disposées transversalement, de sorte qu'en suivant la ligne des strates, soit à la base, soit au milieu du dépôt, on rencontre successivement toutes les zones. Les bancs de même niveau géologique ne sont pas de même composition.

Ainsi la zone I, à l'est, se compose essentiellement de fragments de *houiller inférieur*, de *granulite*, de *porphyre pétro-siliceux*, de *quartz* et de *gneiss*. Elle ne renferme aucun galet de *granite*, ni de *microgranulite*.

On ne trouve dans la zone II que du *granite*, de la *granulite* et du *quartz*. Pas de *houiller inférieur*, ni de *porphyre*, ni de *gneiss*, ni de *micro-granulite*.

La zone IV contient de la *granulite*, du *granite*, avec une assez forte proportion de *micro-granulite* qu'on ne trouve nulle part ailleurs dans le terrain houiller. Pas de *quartz*, pas de *gneiss*, pas de *porphyre pétro-siliceux*, ni de *houiller inférieur*.

Dans chaque zone les galets sont plus gros, plus anguleux sur un certain point à la base du terrain houiller; en s'élevant dans le dépôt, on voit les éléments devenir plus petits et plus arrondis.

Entre deux zones voisines se trouve une certaine étendue de terrain houiller constituée par un mélange des éléments des deux zones voisines.

Enfin, on retrouve en place dans les massifs anciens qui entourent le terrain houiller, toutes les roches qui entrent dans la constitution de ce terrain (sauf le *houiller inférieur*).

Ces divers faits ont permis de reconstituer les bassins hydrographiques qui entouraient le lac houiller et d'où sont venus les matériaux qui l'ont comblé.

2° Défaut de parallélisme entre la grande couche de houille et les bancs de schistes, de grès et de poudingues qui la recouvrent. — La fig. 1, Pl. II, est une coupe ver-

ville, avec l'emploi détaillé du temps dans ces deux localités, seront distribués avant le départ à tous les membres du Congrès qui en feront la demande.

ticale faite dans le sens de la direction de la grande couche, à la partie la plus profonde des carrières.

On voit les bancs du toit se rapprocher et s'éloigner alternativement de la houille, dessinant ainsi de grandes ondulations au-dessus de la Grande Couche. La divergence est d'abord à peine sensible ; les petits filets de houille et de schistes se confondent ; un peu plus haut la divergence s'accuse généralement et l'on rencontre nombre de bancs inclinés de 20 à 30 degrés, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, sur le plan de la Grande Couche.

Dans le sens de l'inclinaison de la Grande Couche, la convergence des bancs supérieurs a toujours lieu vers l'aval (Fig. 5. Pl. III).

Ce défaut de parallélisme que les carrières permettent d'observer facilement entre des bancs voisins, existe dans toutes les parties de la formation houillère. Par exemple, l'épaisseur totale des bancs qui séparent la Grande Couche de la base du terrain houiller varie de 500 à 1,600 mètres.

3° Disparition de bancs et de faisceaux de bancs (Fig. 3. Pl. II). — La convergence de deux bancs qui, d'abord éloignés l'un de l'autre, se rapprochent et finissent parfois par se confondre, a naturellement pour conséquence la disparition des bancs intermédiaires. Cette disparition est parfois très rapide. Dans les carrières à remblais on peut voir plusieurs faisceaux de bancs de plus de 20 mètres d'épaisseur qui disparaissent en convergeant vers la Grande Couche, sur une distance de 100 à 200 mètres.

4° Variation de nature et de puissance des bancs. — Il n'y a pas un seul banc dans le terrain houiller de Commentry qui conserve la même puissance et la même composition dans toute son étendue ; tous les bancs se modifient. Avec la puissance c'est tantôt la nature, tantôt la grosseur des éléments qui varient, souvent les deux à la fois, et parfois assez rapidement.

Le changement de puissance est généralement beaucoup plus rapide pour les roches à éléments grossiers que pour les schistes et la houille.

On peut voir dans les carrières à remblais la transformation graduelle de certains faisceaux de bancs de grès, en schiste d'abord et ensuite en houille.

L'un des faits de ce genre qui mérite le plus l'attention est le passage graduel d'un conglomérat à la houille. Ce conglomérat, dit *Banc des Chavais*, intercalé dans la Grande Couche (Fig. 2, Pl. II), a la forme d'une demi lentille dont le grand axe serait aux affleurements. Au milieu de sa longueur, dans la région des Chavais, il a 8 mètres de puissance et renferme des blocs de micaschistes, de granulite, et de débris de schistes et de grès houillers de 0^m20 à 0^m60 de diamètre, avec quelques filets de houille. A mesure qu'on s'éloigne de la partie centrale, les sédiments deviennent moins grossiers, les filets de houille plus nombreux et plus épais, et à une distance de 300 à 400 mètres, le banc des Chavais est devenu une couche de houille de 1^m50 à 2^m00, au milieu de laquelle se trouvent épars quelques petits galets de gneiss et de granulite. Cette transformation s'accomplit également dans les deux sens de la direction et suivant l'inclinaison.

5° Constitution variable du toit de la Grande Couche. — Le toit de la Grande Couche présente le plus souvent la succession de bancs suivante :

1° En contact avec la houille, des schistes plus ou moins charbonneux ou bitumineux ;

2° Au-dessus, sur 10 à 20 mètres de hauteur, des schistes moins charbonneux alternant avec quelques bancs de grès fins ;

3° Puis sur 30, 40, 50 mètres de hauteur, des grès de plus en plus abondants et de plus en plus grossiers, au milieu desquels le schiste devient rare.

Longtemps on a cru que ces séries d'assises analogues étaient constituées par les mêmes bancs continus, parallèles ou à peu près, à la Grande Couche. Nous avons vu qu'il n'y a en réalité, ni continuité, ni parallélisme. Il n'y a pas non plus identité de composition : à l'ouest les premiers schistes sont argileux ; ils sont charbonneux et bitumineux au Centre, bitumineux et ferrugineux vers l'est. Quant aux grès grossiers, ils renferment des galets tout à fait différents suivant la zone lithologique à laquelle ils appartiennent.

Mais la série des schistes et grès qui recouvrent ordinairement la Grande Couche, fait place sur quelques points à des terrains forts différents : à l'Espérance, ce sont des poudingues à pendage renversé qui recouvrent la houille (Fig. 4, Pl. III),

à Forêt, la Couche corrodée supporte une sorte d'ancien éboulement ; à l'est, une masse éboulée analogue s'est substituée aux bancs réguliers.

Là où les schistes forment le toit de la Grande Couche, la limite n'est pas toujours un plan net, unique ; c'est souvent une limite confuse résultant de l'enchevêtrement de lamelles de houille avec des lamelles de schiste. Parfois on voit bien la houille succéder au schiste dans les mêmes strates, comme le schiste a lui-même succédé au grès (Fig. 3, Pl. II et Fig. 5, Pl. III).

6° Ramifications des couches de houille. — La fig. 2 montre comment la Grande Couche de houille se ramifie aux affleurements. La fig. 1, Pl. III montre le même phénomène dans le sens vertical. Deux branches s'en détachent au sud-est pour former deux couches distinctes désignées sous les noms de Couche des grès noirs et de Couche des Pourrats ; puis vers l'ouest d'autres nouvelles branches se forment. Les intercala-

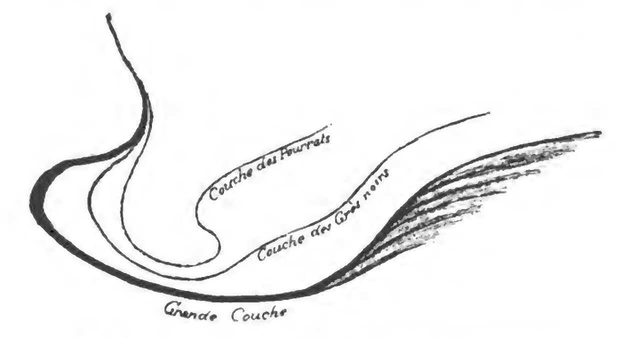


Fig. 2. — Ramifications de la Grande Couche de Commentry.

tions stériles qui séparent ces diverses branches de la Grande Couche, entre la couche des Pourrats et la branche inférieure de l'ouest atteignent une puissance de plus de 200 mètres.

On peut voir en ce moment, dans la tranchée de l'ouest, comment les intercalations stériles ont pris naissance et se sont développées pendant le dépôt de la Grande Couche.

7° Amas de houille aux formes bizarres. — Le terrain houiller de Commentry renferme en divers points des grès charbonneux à lentilles de houille multiples et irrégulières. On peut voir dans la formation des grès noirs un grand nombre d'amas de charbon d'une forme analogue à celles représentées par les fig. 2 et 3, Pl. III.

8° Galets de houille dans les bancs de schiste et de grès, et galets granitiques dans la houille (Fig. 5 et 6, Pl. II). — Il y a dans toutes les parties du terrain houiller des grains et galets de houille qui ont la forme et la dimension des grains de sable et des cailloux roulés par les rivières. Ces fragments de houille sont tantôt arrondis, tantôt à angles seulement émoussés, tantôt anguleux. — Leurs dimensions vont jusqu'à 0m40.

Au milieu du charbon pur de la Grande Couche on rencontre quelques galets granitiques.

9° Bancs de houiller remanié (Fig. 6, Pl. III). — Les carrières permettent de voir au toit de la Grande Couche un certain nombre de bancs dont les éléments sont, en grande partie, des fragments de houille, de schiste et de grès de même nature que les bancs du terrain houiller.

Ces fragments présentent toutes les dimensions possibles depuis la fine particule jusqu'aux blocs de plusieurs mètres de longueur et 0m50 d'épaisseur ; ils sont quelquefois arrondis, souvent anguleux. Certains bancs en sont presqu'entièrement constitués.

10° Accidents divers.— La succession ordinaire de houille, de schiste et de grès qui caractérise le toit de la Grande Couche, fait place, sur quelques points, à des accidents divers : érosions, refoulements, plissements, éboulements, failles, glissements, etc , qui affectent le dépôt tantôt sur une faible étendue de quelques mètres, parfois sur des centaines de mètres (Fig. 4 et 7, Pl. II et fig. 4, Pl. III).

Parmi les plus importants se place le *Glissement de l'Espérance* (Fig. 4, Pl. III). Les schistes et les grès ordinaires du toit sont remplacés en ce point par des poudingues en stratification discordante avec la Grande Couche. Sous ces poudingues la houille est souvent corrodée, rabottée. Particularité à remarquer : sauf ces corrosions, la Grande Couche n'est

nullement dérangée, et la couche de grès noirs qui recouvre les poudingues n'est pas dérangée non plus. De sorte que le *Glissement de l'Espérance* est compris entre deux séries de couches non troublées.

Les Fig. 3, 4 et 7, Pl. II, montrent des *corrosions*, des *plissements*, des *failles locales*, des *éboulements*... toujours compris entre des strates régulières non dérangées.

Ces divers phénomènes peuvent être facilement constatés en ce moment dans les carrières de Commentry.

EXCURSION DE DECAZEVILLE

L'excursion de Decazeville comprend, avec la visite du terrain houiller, des courses en dehors pour voir les massifs



Fig. 3. — Carrière de Lassalle, dans le terrain houiller de Decazeville.

anciens, diverses roches éruptives et des gisements de minerai de fer et de manganèse.

Dans le terrain houiller de Decazeville on retrouve, géné-

ralement à plus grande échelle, tous les phénomènes signalés à Commentry. Ils peuvent être observés notamment dans une grande carrière de plus de cent mètres de hauteur, où une couche de houille (qui atteint ailleurs 60 mètres de puissance) est exploitée à ciel ouvert sur 30 à 40 mètres d'épaisseur.

On voit sur divers points cette couche de houille se transformer en minerai de fer.

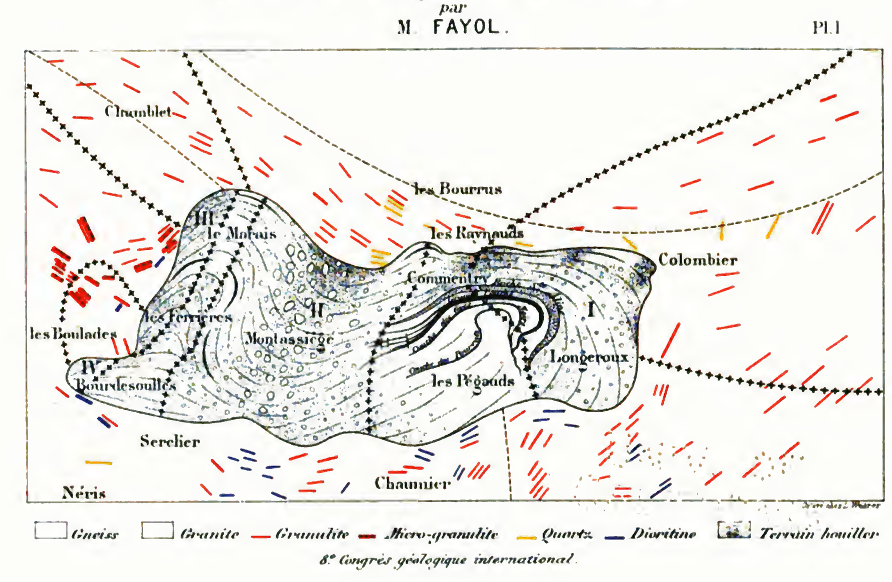
L'excursion de Decazeville comporte une descente dans la mine ainsi que la visite des Usines (Hauts-Fourneaux, Aciéries, Forges, etc.) où sont consommés les minerais et les combustibles du bassin.

BASSIN HOUILLER DE COMMENTRY
Constitution lithologique du terrain houiller

par

M. FAYOL.

Pl. I



8e Congrès géologique international.

N° XI *b*

BASSIN HOUILLER DE LA LOIRE

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. C. GRAND'EURY



Fig. 1. — *Syringodendron* en place, dans le bassin houiller de Méons, près St-Étienne.

Préambule

Sachant que parmi les membres du Congrès qui viendront visiter le bassin de la Loire, plusieurs s'intéresseront surtout à ses fossiles végétaux, à leur distribution verticale, à leur état de conservation et aux circonstances diverses de leur gisement, je crois devoir leur consacrer la plus grande partie de cette notice qui comprendra les divisions suivantes :

I

Description du bassin houiller de la Loire

Situé entre le massif primitif du Pilat et le chaînon de Riverie, et encaissé dans les micaschistes séricitenx et chloriteux, le bassin de la Loire comprend à la base, formant sa bordure nord, un puissant massif de 200 à 500 mètres de brèches à gros éléments confusément mélangés, tantôt presqu'aussi anguleux que des éboulis, tantôt arrondis comme des alluvions de hautes montagnes.

Dans l'ensemble, la brèche est stratifiée par des intercalations schisteuses, des bancs de grosses brèches reposent sur des schistes que les blocs n'ont pas labourés, tout comme les brèches cotières interstratifiées dans l'Oligocène de Ménerville (Algérie). Il n'y a que de puissantes chasses d'eau qui puissent expliquer cette disposition, car l'action glaciaire n'a joué aucun rôle dans le transport de la brèche. Celle-ci à la partie supérieure passe, en effet, aux poudingues et alterne avec eux ; il y a des brèches isolées en plein terrain houiller, par exemple dans les poudingues de Saint-Chamond, à la Péronnière, à la Jusseraudière, etc.; par contre, au milieu de la brèche, à Molinas, se trouve une assise de poudingues, grès, schistes et filets de houille, avec Calamites et autres tiges enracinées, et tout indique que la formation des brèches n'a pas en tout cas exigé de moyens de transport spéciaux.

La brèche n'affleurant pas au sud du bassin, l'analogie permet de croire que ce dépôt complexe passe aux poudingues en profondeur, où il s'amincit et disparaît comme l'indique la coupe n° 2 (Planche I).

Les membres du Congrès auront l'occasion de voir la brèche sur la route de Fouillouse et à l'Etrat.

A part la brèche, le bassin houiller se compose de plusieurs étages locaux qui, ajoutés, forment une épaisseur totale de terrain de 2.500 mètres environ.

Il se subdivise d'abord en deux sous-bassins qui, quoique superposés, manifestent une certaine indépendance d'allure, le bassin de Rive-de-Gier et le bassin de Saint-Étienne. Entre les deux bassins se trouve interposé un puissant étage de poudingues qui lui-même se divise en deux parties à peu près égales, la partie inférieure, formée de roches variées, et la partie supérieure exclusivement de micaschistes ; cette dernière sert de substratum au bassin de Saint-Étienne qu'elle entoure de tous côtés. Ce bassin renferme un grand nombre de couches de houille. Il est couronné par un nouvel étage stérile, que surmonte le Rothliegende.

Étage de Rive-de-Gier. — Cet étage renferme trois couches de houille, dont une de 6 à 8 mètres, recouvertes d'une assise de grès grossiers quartzo-feldspathiques qui paraît faire partie de leur système de formation. Épaisseur moyenne 300 mètres.

La grande couche est partagée par un nerf d'argile cristallisée dont M. Termier a fait son espèce minérale *Leverrierite*.

Dans la région de Grand'Croix tout au moins, il semble que les couches de houille vont s'effilant, butter en quelque façon à la brèche, les supérieures débordant au nord sur les inférieures, comme si la brèche eût formé un talus pendant la formation en bancs horizontaux du terrain productif de Rive-de-Gier. Aussi bien les couches de houille n'affleurent-elles pas à l'ouest sous les poudingues supérieurs que l'on suit, appuyés sur la brèche, de Grand'Croix jusqu'au nord de Saint-Etienne. Mais il est à supposer qu'elles se prolongent néanmoins jusqu'à St-Etienne, car un soulèvement les a ramenées au jour, dans l'intervalle, au sud de St-Chamond, il est vrai amincies, mais encaissées dans les mêmes roches et accompagnés des mêmes fossiles qu'à Rive-de-Gier.

Poudingues composites. — L'assise de grès grossiers qui recouvre directement les couches de Rive-de-Gier, s'arrête en haut à une nappe de porphyre située, à l'ouest, à 200 mètres et à l'est à 120 mètres au-dessus de la grande couche, nappe épaisse de 30 mètres et formée de roches pétrosiliceuses

à l'ouest, et réduite à un banc d'argile à l'est. Cette roche a été classée parmi les eurites quartzifères ; elle est analogue au toadstone des Anglais, et connue à Rive-de-Gier sous le nom de *talourine*.

Son épanchement a été accompagné et suivi de puissantes sources siliceuses qui, s'étant ouvert plusieurs passages sur la lisière nord, y ont fortement métamorphisé les roches, notamment à Lauduzière et à Cizéron, et déposé des bancs de calcédoine interstratifiés dans le terrain houiller à Saint-Priest, à Montragnaud et aussi sans doute plus loin à l'est, car de ce côté les poudingues composites sont en partie notable composés de blocs de cette roche provenant de pareils dépôts aussitôt démantelés que formés. L'abondance des calcédoines dans les poudingues imprime à ceux-ci un caractère particulier que rehausse, aux yeux du paléobotaniste, la présence, inclus dans cette roche, de débris végétaux pétrifiés admirablement conservés.

Les membres du Congrès verront les calcédoines en place à Saint-Priest, et leurs débris remaniés à Grand'Croix (Planche I, coupes transversales nº 2 et nº 1). Ils constateront que ceux-ci sont généralement énormes et peu roulés, entre des poudingues à galets arrondis de provenances lointaines, et variées, car avec le granite et le gneiss il y a des galets de porphyre quartzifère verdâtre, du grès anthracifère et des lydiennes du Culm renfermant des débris fossiles de cet étage, et la formation éruptive y est représentée par la talourine, la calcédoine, des brèches siliceuses, des quartzites, des grès silicifiés, formant des poudingues dits mosaïques.

A ces poudingues succèdent en haut des roches plus fines renfermant des veines et petites couches de houille, intermédiaires entre celles de Rive-de-Gier et celles de St-Etienne.

Poudingues micacés de Saint-Chamond. — A cette série succède tout à coup un puissant massif de 400 mètres d'épaisseur de poudingues exclusivement micacés, en partie bréchiformes, reposant, au nord de St-Chamond, en discordance de stratification marquée sur les poudingues à Calcédoine. Les poudingues micacés étant plus grossiers et plus puissants au sud qu'au nord à l'inverse des autres, il suit que la cause qui a substitué les premiers aux seconds, a changé les cours d'eau qui, du nord, sont descendus du sud des pentes des

micaschistes qui recouvraient le Pilat ; cette cause a encore eu pour effet d'ouvrir, au sud, des passages aux épanchements geysériens qui se produiront désormais de ce côté, où plusieurs assises des poudingues ont été fortement rubéfiées par des sources ferrugineuses.

Cette révolution, due à un mouvement orogénique considérable, me paraît avoir rendu, comme allure, le bassin de Rive-de-Gier indépendant de celui de Saint-Etienne, ainsi que l'indique, sur la planche I, la coupe transversale n° 2.

Système des couches de Saint-Etienne. — Le système de Saint-Etienne faisant suite aux poudingues de St-Chamond, a une épaisseur de 800 à 900 mètres à Saint-Etienne, réduite à 600 mètres à Firminy. Il renferme 15 couches de charbon, non compris celles supérieures d'Avaize, qui occupent une étendue comparativement très limitée.

Les grès et les schistes constituent deux catégories de roches bien différentes d'origine et d'aspect, les unes formées au détriment du granite étant quartzo-feldspathiques et les autres quartzo-micacées. Tandis que les premières se composent de grès blancs, et de schistes argileux se désagrégeant à l'air, les roches micacées formées au détriment des micaschistes séricíteux et chloriteux, sont olivâtres, les grès fins rappellent la grauwacke, les schistes bleutés, luisants et satinés ne se délitent pas à l'air, les poudingues sont verdâtres. Jusqu'à présent on n'a pas distingué ces deux sortes de roches que j'ai teintées de manière différente sur la coupe transversale n° 2, Planche I.

Or, dans l'ensemble, l'aile nord du bassin est formée de sédiments granitiques, et à l'aile sud dominent les roches micacées. Les premiers diminuant à la fois de grosseur et d'épaisseur du nord au sud, et les secondes du sud au nord, il suit que celles-là ont été apportées par des cours d'eau descendant du nord et celles-ci par des affluents débouchant au sud. Ces cours d'eau ont simultanément et conjointement contribué à remplir le bassin, dans une mesure variable avec le temps. Tout d'abord ceux débouchant au sud ont dominé, ceux descendant du nord ont pris une importance croissante, si bien que les sédiments quartzo-feldspathiques ont fini par atteindre le bord sud où ils alternent avec les roches micacées, du moins à l'ouest, car à

l'est de Saint-Étienne, les roches sont presque toutes micacées. La coupe N° 2 présente l'état de choses intermédiaire, cette coupe passant par Saint-Etienne. Des coupes plus détaillées seront présentées aux visiteurs.

Dans la série d'Avaize il en est tout autrement, les roches sont au contraire exclusivement quartzo-feldspathiques à l'est et quartzo-micacées à l'ouest, ce qui assigne à cette série une certaine indépendance de formation.

Ici se pose une question : comment sont disposées les deux sortes de roches là où les cours d'eau antagonistes qui les apportaient se disputèrent l'aire de dépôt ? On pourra voir dans les carrières des environs de Saint-Etienne que ces roches rarement mélangées forment dans l'ensemble des assises et bancs parallèles se terminant en coins alternant, effilés, non sans des dépôts locaux contrariés et irréguliers, mais ils ne sont pas discordants, buttant les uns aux autres comme les limons à la conjonction de deux deltas lacustres. On peut voir, sur la coupe annexée n° 2 (Pl. I), que les couches se poursuivent sans déviation sensible d'une catégorie de roches dans l'autre.

A Saint-Étienne la distribution de la houille est liée à celles des roches encaissantes, ce qui rend leur distinction utile : les couches de charbon, en effet, ne sont bien formées qu'entre les roches granitogènes ; elles se schistifient et s'amincissent tout ensemble en pénétrant dans les roches micacées où elles finissent par disparaître. Cela explique pourquoi les couches inférieures n'atteignent pas le bord sud-est, et pourquoi le bassin est presque complètement stérile de ce côté où règnent les poudingues micacés.

Je signalerai encore, dans le bassin de Saint-Étienne, la présence de nombreux bancs d'argilophyre (gore blanc), notamment au sud-ouest. Indifférent à la nature des roches encaissantes, le gore blanc est en couches plus nombreuses et plus puissantes au sud qu'au nord ; de semi-cristallin qu'il est au sud avec mica brun, il devient argileux au nord, il disparaît vers le centre du bassin, et tout indique que cette roche d'origine interne a ses cheminées d'émission au sud, probablement dans la faille limite qui, ayant joué à plusieurs reprises pendant le remplissage du bassin, aurait rouvert chaque fois des passages aux éruptions

boueuses dont a été formé le gore blanc. Ces éruptions étaient souvent accompagnées d'eaux siliceuses qui ont pétrifié les grès, les schistes et souvent le charbon (qui alors raie le verre), et du bois fossile, par exemple au Deveis, à Sainte-Barbe et surtout au Soleil ; ici entre le système des couches de St-Etienne et la série d'Avaize, se trouve un banc de calcaire assis sur un schiste plein d'*Unio*.

ETAGE STÉRILE SUPÉRIEUR. — Tout comme le substratum, le sommet géologique du bassin de St-Etienne est formé de poudingues exclusivement quartzo-micacés, remplissant au sud des cuvettes de 400 à 500 mètres de profondeur quoique d'étendue fort limitée. Aussi cet étage accuse-t-il une certaine indépendance d'allure.

A Villebœuf et à Gidrol il est surmonté de poudingues rouges non moins grossiers, que M. D. Stur a trouvés analogues au Rothliegende de Rossitz.

A Villebœuf principalement sont intercalés, dans ces poudingues, de nombreux bancs de Kieselschiefer.

Les roches les plus fines sont traversées par de très nombreuses pistes d'Annélides.

II

FLORE FOSSILE. — GENRES ET ESPÈCES CARACTÉRISTIQUES DE CHAQUE ÉTAGE

Le bassin de la Loire, par sa grande puissance et les changements de flore importants qui se produisent dans son épaisseur, offre d'autant plus d'intérêt aux paléontologistes que les fossiles s'y trouvent dans des conditions très variées de conservation.

FLORE FOSSILE DE LA BRÈCHE. — Les schistes qui stratifient la brèche renferment de nombreuses empreintes végétales bien conservées. Ces empreintes faisant partie de la flore de Rive-de-Gier, la brèche doit être considérée comme une formation de faible durée.

On pourrait croire que, en raison de sa provenance, elle doive posséder des plantes de montagne, différentes de celles ordinaires du terrain houiller. On y rencontre bien certains

types rares : *Dicranophyllum. Lesleya, Psygmophyllum*, etc., mais ils sont mélangés aux espèces palustres du Bassin.

Flore de Rive-de-Gier. — Cette flore est intéressante en ce que, avec nombre de genres et espèces Westphaliennes, elle possède de nombreux représentants des types qui, régnant à St-Etienne, y caractérisent le Stéphanien.

Les *Stigmaria* encombrent de leurs racines le mur et les nerfs des couches de houille ; il y en a aussi dans le charbon ; le type *minor* domine. De nombreuses écorces de *Sigillaria* contribuent visiblement aussi à former la houille ; les macrospores abondent dans une espèce de Splint-Coal appelé Carruche.

Espèces communes : *Sigillaria elliptica* Br., *tessellata* Br., *Sillimanni* Br., *Lepidodendron elegans* Br., *Sternbergii* Br., *rimosum* Stern., *Lepidofloyos laricinus* St., *Pecopteris arborescens* Br., *Lamuriana* Heer., *Pteroides* Br., *dentata* Br., *Nevropteris flexuosa* St., *Sphenophyllum Schlotheimii* Br., *filiculme* Lesq., *emarginatum* Br., *Asterophyllites Hippuroides* Br., *Calamites ramosus* Artis.

Pecopteris erosa Gut., *Sphenopteris cristata* Br., *Gravenhorstii* Br., *Dictyopteris nevropteroides* Gut., *Cardiocarpus emarginatus* Göp., *Cordaites borassifolius* St., *Dadoxylon Brandlingi* Lind., etc.

Espèces de Saint-Étienne apparaissant à Rive-de-Gier : *Pecopteris polymorpha* Br., *Alethopteris Grandini* Br., *Odontopteris Reichiana* Gut., *Callipteridium ovatum* Br., *Macrostachya infundibuliformis* Bronn., etc.; les *Annularia longi* et *brevifolia* sont aussi abondants d'un côté que de l'autre, ainsi que le *Pecopteris unita*, Br.

Il y a des bois silicifiés à Frigerin et surtout à Combelibert, où l'on pourra voir une tige de *Dadoxylon* de plus de un mètre de diamètre enchâssée dans des poudingues.

Les graines sont extrêmement rares.

Flore des calcédoines. — Cette flore est très différente de celle de Rive-de-Gier, car, dépourvue de *Sigillaria*, de *Stigmaria*, de *Lepidodendron*, elle possède presque tous les genres de graines du terrain houiller supérieur, incluses dans les silex, avec toutes sortes de débris de *Cordaïtes*, d'*Arthropitus*, de *Calamodendron*, des *Medullosa* avec *Alethop-*

teris, des *Pecopteris* fructifères variés, *Psaronius*, *Sphenophyllum*, *Volkmannia*, etc. Sachant que les Calamariées se sont reproduites par spores, on ne voit plus dans les silex, les Cordaïtes mises de côté, de débris auxquels se puissent rapporter les graines. D'où proviennent donc celles-ci ? Faut-il supposer qu'elles assuraient la reproduction de plantes de terres sèches dont les organes de végétation ne nous sont pas parvenus ? Je l'ai cru pendant quelque temps ; Mais aujourd'hui, après avoir trouvé dans les schistes, avec les mêmes graines, des feuilles variées très délicates non encore décrites, je suis porté à croire que si la végétation houillère n'était pas exclusivement palustre, de terres basses ou inondées, les types d'arrière-plan qui portaient des graines ne s'élevaient pas haut sur les pentes environnantes. D'ailleurs les débris végétaux apparaissent dans certains silex comme ceux d'une tourbe qui viendrait à être figée par le silice, traversés comme elle par des radicelles de fougères et de Cordaïtes, ayant de même aussi poussé au milieu des restes de plantes en décomposition.

Quoi qu'il en soit, dans les calcédoines en place de Montraynaud et surtout dans celles répandues à profusion dans les poudingues composites de Grand'Croix, se trouvent inclus toutes sortes d'organes de plantes si bien conservés que, leurs tissus ayant été fixés par la silice, se prêtent à des préparations micrographiques même plus précises que celles des parties similaires des végétaux vivants. C'est de Grand'Croix que M. Renault a tiré ses plus délicates préparations, par exemple celles concernant la structure anatomique des fleurs mâles et femelles de Cordaïtes.

C'est également de Grand'Croix que proviennent presque toutes les graines dont Adolphe Brongniart a décrit la structure avec un grand luxe de figures chromolithographiées.

Leur gisement fera l'objet d'une visite spéciale.

Flore des couches intermédiaires. — Cette flore participe naturellement de celle de Rive-de-Gier, et surtout de celle de St-Etienne à laquelle les rattachent beaucoup de Cordaïtes dont *C. lingulatus* Gr., *foliolatus* Gr., *quadratus* Gr., *Poa-cordaïtes linearis* Gr., de nombreux *Alethopteris Grandini* et *Odontopteris Reichiana*, des *Callipteridium densifolium* Gr., *Pecopteris Pluckeneti* Schl., *Dictyopteris Brongniarti* Gut. et

Dicty. Schützei, *Alethopteris aquilina* Br. (espèce rare). A la Niarais, nombreux *Dicranophyllum gallicum* Gr. ; à Landuzière nombreux *Walchia piniformis* Schl. (sans cônes reproducteurs).

L'étude de cette flore conduit à des renseignements intéressants sur la manière dont s'est opérée l'évolution botanique.

Flore du système productif de Saint-Étienne. — Dans ce système. la flore du terrain houiller supérieur (Stéphanien) acquiert tout son développement. Les cryptogames vasculaires dominent toujours par le nombre et la variété réunis, mais avec une proportion croissante de Gymnospermes, parmi lesquelles les Cordaïtes sont de beaucoup prépondérantes. Les *Stigmaria* sont devenus rares, ils achèvent leur rôle. Il n'y a plus de *Lepidodendron* ni de *Sphenopteris* ; les *Sigillaria* revêtent de nouvelles formes.

Espèces les plus répandues : *Pecopteris Schlotheimii* Göp., *Cyathea* Br., *polymorpha* Br., *unita* Br., *Caulopteris macrodiscus* Br., *Psaroniocaulon sulcatum* Gr., *Psaronius giganteus* Corda, *Alethopteris Grandini* Br., *Odontopteris Reichiana* Gut., *Callipteridium ovatum* Br., *Aulacopteris vulgaris* Gr. *Dictyopteris Brongniarti* Gut., *Annularia brevi* et *longifolia* Br., *Calamites Suckowi*, *Cisti* et *cannaeformis* Br., *Calamites pachyderma* Br., *Calamodendron cruciatum* St., *Sphenophyllum oblongifolium* Germ., *Poacordaïtes linearis* Gr.

Pecopteris hemitelioides Br., *arguta* Br., *Pecopteris Pluckeneti* Schl., *Diplotmema Busqueti* Zeil., *Dictyopteris Schützei*, *Tæniopteris jejunata* Gr., *Schizopteris lactuca*, Presl., *pinnata* Gr., *Botryopteris forensis* Ren., *Asterophyllites densifolius* Gr., *Macrostachya infundibuliformis*, *Stigmariopsis inaequalis* Gein., *Sigillaria Brardii* Br., *Spinulosa* Ger., *monostigma* Lesq., *Lepidodendrifolia* Br., *Cordaites palmaeformis* Göp., *principalis* Germ., *Cardiocarpus Ottonis* Gut., *Rhabdocarpus tunicatus* Göp., *Carpolithes disciformis* St., *Samaropsis forensis* Gr., *Doleropteris pseudopeltata* Gr., *Pachytesta gigantea* Br., *Aphlebia pateraeformis* Ger., *Codonospermum anomalum* Br., etc.

Plus spécialement dans les couches inférieures, grande abondance de *Cordaïtes angulosostriatus* Gr., *lingulatus* Gr.,

avec *Cardiocarpus emarginatus* Göp. ; beaucoup de *Calamodendron cruciatum*, d'*Odont. Reichiana*, d'*Aleth. Grandini*, *Pecopteris hemitelioides*, etc. Les *Callipteridium* sont nombreux au niveau de la 13e couche. Dans le faisceau des 9e à 12e couches, beaucoup de *Calamod. cruciatum*, *Odont. Reichiana*, *Pecopteris Cyathea*, *Aster. densifolius*, *Sigillaria lepidodendrifolia*, *Poa-cordaïtes linearis;* en outre, *Odontopteris Brardii* Br., *Nevropteris auriculata* Br...

Dans les couches moyennes et supérieures : *Pecopteris Biotii* Br., *Alethopteroides* Gr. (espèce locale), *Callipteridium gigas* Gut., *Odontopteris Naumanni*, *Pterophyllum Fayoli* Ren. (Un seul échantillon).

Les *Odontopteris Schlotheimi* Br. débutent au toit de la 8e. *Sphenophyllum angustifolium* Germ., *Calamodendron congenium* Gr., *Calamites major* et *gigas*, *Sigillaria lepidodendrifolia*, *Sigillariostrobus fastigiatus* Göp. — Les Pecopteris et les Calamodendron se développent de plus en plus, laissant les Cordaïtes au second plan. On peut remarquer la présence de plusieurs espèces considérées pendant longtemps comme permiennes. Il n'y a plus de *Dicranophyllum* (un genre éphémère), ni de *Walchia* sans cônes (qui diffèrent certainement de ceux du Rothliegende).

Flore de la série supérieure d'Avaize. — Les Calamariées, *Arthropitus* et *Calamodendron*, atteignent leur maximum de développement avec *Cal. Suckowii* et *cannaeformis* (qui ayant l'un et l'autre porté des feuilles et des épis fructifères différents en bas et en haut du terrain houiller, ont une valeur générique). Nombreux : *Annularia brevi* — et *longifolia* ; *Dictyopteris Brongniarti* et *Schützei; Odontopteris minor* Br. (qui s'est substitué à l'*O. Reichiana*) ; *Pecopteris* et *Psaronius; Poa-cordaites linearis*. Encore des *Aleth. Grandini*. Beaucoup d'*Od. Schlotheimii* avec des Nevropteris avant-coureurs des types permiens. *Sphenophyllum Thonii* Mahr., etc.

Grande profusion de graines de toute espèce, remplissant certains bancs de schiste avec des Cordaïtes variés et diverses autres feuilles. Ce gisement fera l'objet d'un examen spécial.

Flore de l'étage stérile de couronnement. — Dans les poudingues micacés supérieurs, la flore est moins riche et

paraît décliner visiblement. Les Cordaïtes sont encore nombreux, ainsi que les Pecopteris. Mais les Calamariées s'éclaircissent. Et dans les poudingues rouges du sommet de la formation, on n'a jusqu'à présent trouvé que le *Tæniopteris abnormis* Gut., sans aucune trace de *Callipteris*.

III

Modes de conservation et d'association des débris de plantes fossiles, dans les schistes houillers

Dans le terrain houiller en général, si les organes de plantes fossiles sont d'ordinaire désunis et fragmentés, ils ne sont pas détériorés comme ceux que charrient les eaux tumultueuses. Dans les schistes, les organes délicats sont parfaitement conservés presque comme ceux qui tombent à l'eau et en gagnent le fond. Tous les observateurs sont d'accord là-dessus.

Mieux que cela, les débris congénères des mêmes plantes, par exemple : stipes et feuilles d'Alethopteris, tiges, rameaux feuilles et épis de Calamariées, branches, feuilles, fleurs et graines de Cordaïtes, etc., gisent, quoique dissociés, dans une étroite connexité, si bien que, comme en a inféré Lindley, on les croirait avoir été renversés et enfouis presque sur place.

Leur conservation et association exclut en tout cas un transport lointain par les eaux courantes ; déjà dans les grès, les feuilles et menus organes ne sont pas conservés, les tiges elles-mêmes sont endommagées, et dans les dépôts réguliers d'eau profonde, les plantes fossiles sont réduites en petits fragments et hachées.

C'est dans le terrain houiller productif, là surtout où se dressent des tiges enracinées, que les empreintes sont le mieux conservées, comme les restes d'une végétation autochtone.

IV

Racines in situ — Sol de végétation, terreau fossile — Souche et Tiges enracinées — Forêts fossiles.

Depuis 4 à 5 ans je dessine les souches et tiges enracinées que l'on découvre journellement aux environs de Saint-Etienne, et je me plais à espérer que mes dessins et les tiges debout que les Congressistes pourront examiner à l'aise dans les carrières, les convaincront qu'elles ont bien vécu là où on les trouve aujourd'hui engagées dans les roches. (Fig. 1 et 2).

Il ne leur sera pas difficile de se rendre compte que, en général, les plantes houillères ont poussé le pied et la souche dans l'eau, tout en envoyant dans le sol de fond de nombreuses racines. La figure 1 en fournit un exemple. Ce *Syringodendron* à écorce unie et plane est probablement la base du *Sigillaria spinulosa* Ger. : ses grosses racines qui étaient complètes ont été détruites en dégageant la tige. La figure 2 d'*Arthropitus* représente le moule d'une Calamite ligneuse, entouré d'une épaisseur de 1 à 3 cent. de houille : Des racines adventives tombantes se détachent de la tige à différents niveaux ; le moule se termine en bas par une pointe conique.



Fig. 2. — Arthropitus en place, avec ses racines adventives, traversant plusieurs bancs de grès.

Par suite de cette circonstance, les tiges ont été facilement rompues et emportées, et des forêts fossiles il n'est souvent

resté, comme on verra, que leur sol de végétation alors traversé généralement par des racines nombreuses, les unes de nature herbacée, les autres ligneuses, ramifiées et complètes jusqu'aux radicelles, et ce qui prouve mieux encore qu'elles sont en place, c'est qu'elles traversent les minces empreintes végétales déposées antérieurement à plat dans les argiles de fond : les schistes et les fossiles en sont en quelque façon cousus. Les sols de végétation sont très communs, principalement au mur et même dans les couches de houille, et lorsqu'ils sont charbonneux, ils constituent un véritable terreau fossile. Non moins souvent, les tiges debout ont été enfouies sur place avec leurs racines, ainsi que les rhizomes.

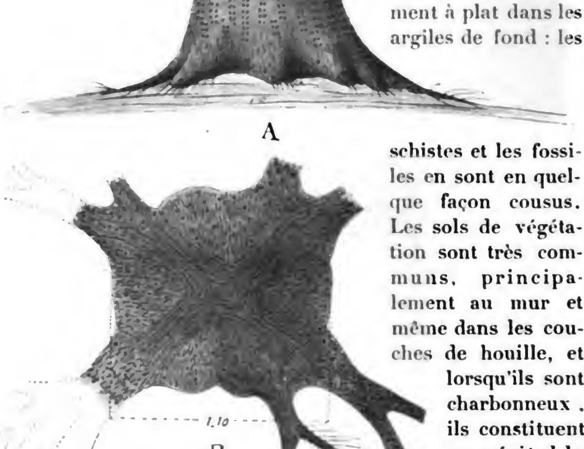


Fig. 3. — *Stigmaria*, en place, avec ses racines ramifiées, dichotomes.

Les plus communs et les plus répandus sont sans contredit les *Stigmaria* dont l'autochtonie n'a été contestée que récemment. Personne n'avait douté que ces rhizomes rampants et traçants, entourés de toutes leurs racines, quoique celles-ci soient de faible consistance et articulées, n'eussent vécu où ils se trouvent ; leurs appendices ramifiés par

dichotomie répétée pénètrent et entrelacent l'*underclay* dans tous les sens (Fig. 3). Mais ces plantes étant aquatiques ne fournissent pas d'indications précises sur les conditions de formation des dépôts qui les renferment.

Il y a heureusement beaucoup d'autres tiges enracinées également autochtones qui, ayant atteint l'air par leur cime, peuvent nous renseigner exactement à cet égard.

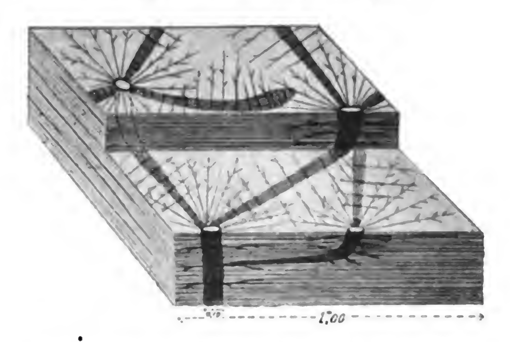


Fig. 4. — *Calamites Suckowii*, avec ses tiges dressées, rhizomes et racines étalées, ramifiées.

Tels sont au premier rang, les *Calamites*, par exemple le *Cal. Suckowii*, fig. 4, dont les tiges dressées émettent des rhizomes traçants qui se relèvent en tiges ascendantes, les tiges à leur base cambrée et les rhizomes envoyant tout autour et latéralement des racines étalées ramifiées, tous ces organes souterrains, complets jusqu'aux radicelles, occupant leur position relative de croissance. Les Calamodendrons debout sont très répandus, groupés en colonies, la pointe cambrée et effilée toujours tournée en bas, par laquelle ces tiges naissent les unes des autres ou de rhizomes traçants, ceux-ci et la base des tiges étant reliés au sol de végétation par un système complet de racines diffuses.

Les *Psaronius* sont au nombre des tiges dressées les plus communes. Leur base (fig. 5) entourée d'un cône de racines innombrables, s'enfonce obliquement dans le sol où pénètrent également quelques racines, et quand la plante soumise aux atterrissements, était obligée pour continuer à vivre de pousser

de nouvelles racines libres dans l'eau, celles-ci forment à un niveau supérieur, un second cône d'où se détachent également quelques racines s'enfonçant dans la roche sous-jacente. Les Psaronius qui présentent ces caractères d'attache au sol sont incontestablement en place.

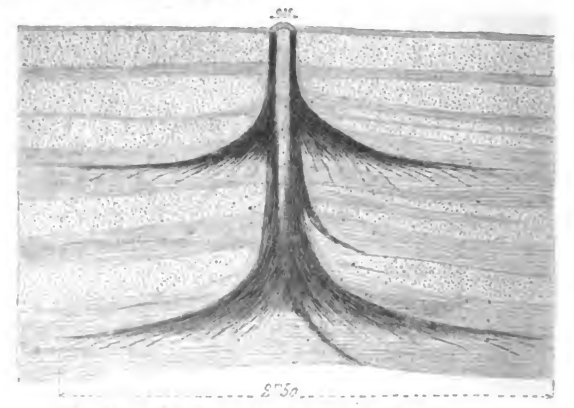


Fig. 5. — *Psaronius*, avec cônes de racines étagées, dans des couches successives.

Les souches de *Cordaïtes* sont non moins fréquentes, pourvues, dans les schistes, de toutes leurs racines ligneuses subdivisés assez irrégulièrement, jusqu'aux radicelles étalées qui présentent une disposition pectinée particulière (fig. 6.) — Les Cordaïtes sont ainsi en place, et il se trouve que ces plantes que l'on avait cru devoir représenter la végétation de terre sèche, ayant partagé les mœurs du Cyprès chauve de la Louisiane, se sont développés au contraire dans les marais houillers en compagnie des autres tiges debout enracinées.

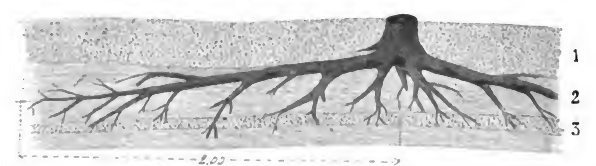
Parmi celles-ci, se rencontrent souvent des *Syringodendron*, terminés à la base par des racines stigmarioïdes plongeantes ou étalées suivant les cas, ramifiées par dichotomie et dont toutes les extrémités sont garnies de *radicelles*. M. Schmidt les ayant vu reposant sur des empreintes de sigillaires, en a conclu que ce sont des troncs d'arbres transportés par les eaux et déposés debout. Cette fausse apparence résulte (fig. 3) de la forme plate expalmée que la base de ces

tiges était susceptible de prendre lorsqu'un obstacle s'opposait à la pénétration des racines dans le sous-sol.

Il n'y a pas jusqu'aux *Alethopteris*, *Odontopteris*, *Nevropteris*, dont on ne retrouve les souches cramponnées au sol par des racines en place. On trouve aussi des rhizomes de fougères fortement enracinés.

Et l'on peut dire que les principaux groupes de plantes houillères sont représentés dans nos forêts fossiles.

Les forêts fossiles sont très communes ; il y en a de superposées à sol multiple. J'espère en montrer de beaux exemples. Les racines des souches voisines ont poussé les unes entre les autres, il y en a qui d'une souche supérieure descendent et pénètrent dans des souches inférieures, quelques-unes fort longues traversent plusieurs veines de grès et schiste.



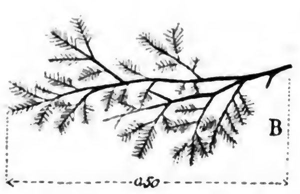


Fig. 6. — *Cordaïtes* avec ses racines ligneuses (A) et ses radicelles (B), à disposition pectinée.

Au reste les roches dans lesquelles se dressent les tiges debout ont une allure irrégulière comme les dépôts côtiers ou s'étant opérés sous une faible tranche d'eau.

Tout s'accorde donc à prouver que les forêts fossiles se sont développées sur place.

V

Constitution physique et formation des couches de houille

Il y a déjà longtemps que j'ai cherché à démontrer que la houille a la composition et la structure d'un dépôt, sous

l'eau nivelante, de sédiments végétaux, et que, comme certaines tourbes sous-aquatiques, elle est le produit de l'accumulation des débris de la végétation entraînés au fond des marais, sous la forme de détritus amorphes ou humus que stratifient les écorces, feuilles et fusain.

Les observations que j'ai faites depuis m'ont convaincu que cette opinion est trop absolue.

Les membres du Congrès qui s'intéressent à cette question, pourront constater que le mur de couches de houille, le plus souvent argileux, est traversé par des racines, que les nerfs qui divisent certaines couches sont aussi encombrés de racines en place, que les *Stigmaria* sont très communs dans la houille de Rive-de-Gier ; mais ils pourront voir aussi qu'entre ces sols de végétation la houille est parfaitement stratifiée sans être traversée par des racines, ils pourront également se rendre compte que nombre de couches de charbon gisent entre des roches dépourvues de racines, et en sont elles-mêmes privées. Ils vérifieront ainsi que sans exclure absolument une formation partielle sur place, la houille est en général une formation allochtone. Et pour se représenter les conditions de dépôt des couches de houille, si variables de composition à St-Etienne, ils se verront conduits à concevoir qu'elles se sont formées au fond et au bord de bassins marécageux dans un milieu humique et non dans des lacs, où aujourd'hui il ne se forme pas de houille et où il ne peut s'en former. Dans tous les cas je n'ai pas trouvé de houille dans les terrains qui se sont formés sous l'action des eaux courantes et profondes, par exemple dans le Gard, à Langeac, dans le Banat, dans l'Oural, etc.

Toutes les couches de charbons que j'ai eu l'occasion d'étudier, en Autriche-Hongrie, dans presque toutes les formations géologiques, paraissent bien avoir été formées de la même manière dans des conditions tout au moins analogues. Partout le charbon est en majorité, une roche de sédiments végétaux déposée sous l'eau, contrairement à la thèse soutenue par M. Gümbel, puis par M. Potonié, qu'il est en général comme nos tourbes une formation autochtone. La prédominance actuelle de la formation autochtone est d'après mes observations de date géologique récente.

VI

Mécanisme de la formation du Bassin

Comment s'est formé le bassin de la Loire?

Gruner partant de l'idée reçue que les couches de houille se sont formées sur place comme la tourbe, en a naturellement tiré la conséquence que le bassin s'est affaissé pendant son remplissage, par des mouvements tantôt lents, tantôt saccadés.

Cette théorie a fait place à une autre aujourd'hui fort en honneur, d'après laquelle nos petits bassins houillers occuperaient des lacs profonds comblés par des deltas.

On a vu au chapitre premier que l'arrangement des dépôts ne s'accommode guère de ce procédé, et que des dislocations et des mouvements du sol se sont produits pendant la formation du Bassin de la Loire, dont la figure a constamment changé.

Mais quel ordre de faits fixera définitivement les idées sur la manière dont se sont réellement formés les bassins houillers du Plateau central si puissants, quoique de faibles étendues?

J'estime que ce rôle est dévolu aux souches et tiges enracinées in loco natali.

Leur cime s'étant développée dans l'air, elles portent le témoignage absolu que les roches où elles gisent se sont déposées sous une faible tranche d'eau qui baignait seulement le pied des arbres. Or, il y en a partout, dans toute l'étendue et l'épaisseur du terrain productif de St-Etienne, distribuées, il est vrai, très inégalement ; absentes ou rares ici, nombreuses là, elles n'en démontrent pas moins que le sol de dépôt et le bassin se sont affaissés et creusés pendant la formation. Là par exemple, où les forêts fossiles sont superposées à plus ou moins longs intervalles, le fond du bassin a subi des affaissements lents ou rapides.

Cela étant établi, voici en résumé les phases principales par lesquelles a passé la formation du bassin de la Loire.

Il a débuté par un pli synclinal à bord septentrional très escarpé dont les éboulis remaniés par les eaux ont formé la brèche.

Un grand calme a ensuite présidé à la formation des

couches de Rive-de-Gier, qu'un affaissement a fait recouvrir de grès et poudingues.

Puis de grandes et profondes dislocations ont livré passage à une forte coulée de porphyre et à de puissantes sources siliceuses dont l'action s'est fait sentir de Landuzière à Cellieu. L'exhaussement du bord nord combiné à l'affaissement du bassin ont provoqué immédiatement après leur dépôt la destruction des bancs de calcédoine et leur transport sous forme de blocs au milieu des poudingues supérieurs de l'étage de Rive-de-Gier.

Cependant, la vitesse des cours d'eau, longtemps torrentueux, s'amortit, le régime atteint son état d'équilibre, des grès fins, du limon, des sédiments végétaux se déposent, des tiges se dressent dans le marais houiller, lorsqu'une grande révolution se produit, supprimant les affluents d'eau qui apportaient du nord les sédiments granitiques, et leur substituant d'autres cours d'eau qui ont charrié les poudingues exclusivement micacés de St-Chamond.

Dès maintenant l'affaissement maximum qui s'était maintenu au nord, se dessine au sud, au pied du Pila, où des sources ferrugineuses et des éruptions boueuses vont verser par intermittence leurs produits dans le bassin en voie de remplissage.

Faisant suite aux poudingues de Saint--Chamond, les couches de Saint-Etienne qui s'emboîtent de tous côtés, à pente douce au nord, à pente raide au sud, se forment, et, sous l'empire des nouveaux mouvements d'affaissement, leur aire de dépôt se porte et se restreint de plus en plus au sud, où ont été reçus, finalement, dans des cuvettes profondes, les poudingues micacés du puissant étage stérile supérieur de couronnement.

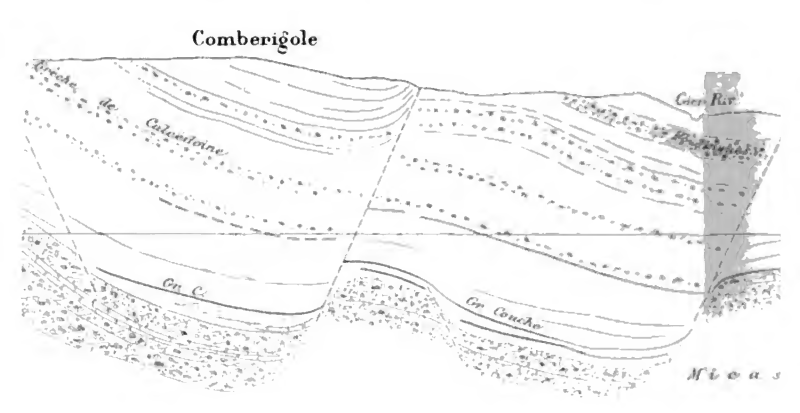
Le maximum ou centre d'affaissement, a ainsi cheminé du nord au sud ; il s'était, auparavant, déplacé de l'est à l'ouest. C'est pourquoi les différents étages dont se compose le bassin, ne se superposent pas au même endroit.

Enfin, comme la formation a débuté lorsque le Plateau central a commencé à se rider, à se creuser pour recevoir et conserver des dépôts de sédiments, de même elle a pris fin lorsqu'ont cessé les mouvements d'affaissement qui lui ont donné naissance.

COUPES TRANSVERSALES DU BASSIN HOUILLER DE LA

par M[r] GRAND'EURY.

Coupe transversale N°1 passant par Grand'Croix (Échelle : $\frac{1}{20}$

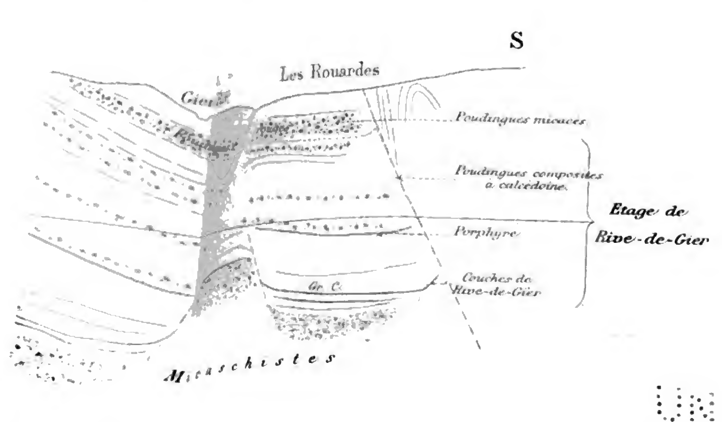


Coupe transversale N° 2 passant par S[t] Étienne (Échelle

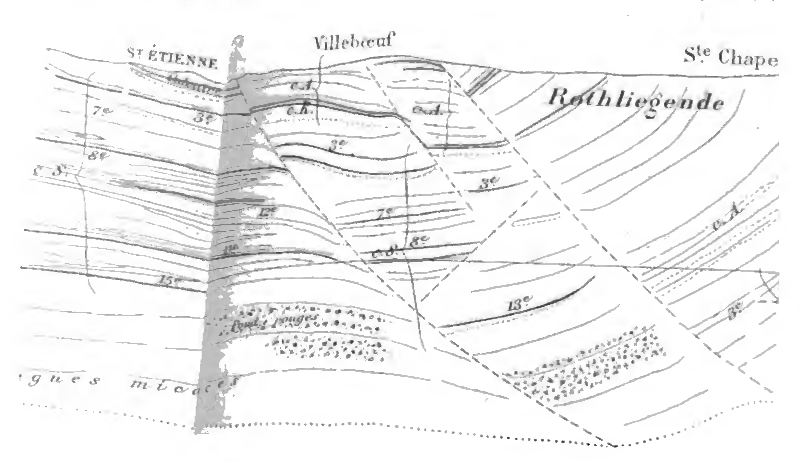
HOUILLER DE LA LOIRE

ɩY.

d'Croix (Échelle $\frac{1}{20\,000}$)



ɩr St Étienne (Échelle : $\frac{1}{20.000}$)



LÉGENDE

Terrain houiller quartzo-feldspathique et argileux.

Terrain houiller quartzo-micacé et séricíteux.

Roches d'origine éruptive interstratifiées, porphyre, argilophyre, kieselschiefer.

Roches d'origine geysérienne Calcedoine en bancs interstratifiés et galets.

c. A. Couches d'Avaize

c. S. Système des couches de St Etienne

V. OF
FORNIA

S

Portail-Rouge

le

Poud. rouge

Micaschistes

c. A.

8e

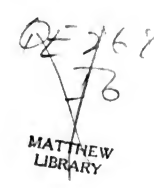
c. S.

13e

8ème Congrès géologique international.

ITINÉRAIRE

Mercredi	29 août.	— Route de Paris à *Commentry*.
Jeudi	30 »	— Rendez-vous à 7 h. m. au bureau de la mine de Commentry. Visite du bassin houiller de Commentry, *Montluçon*.
Vendredi	31 »	— Départ de Montluçon à 6 h. 12 matin, pour *Decazeville* 5 h. 23 (Hôtel des Houillères).
Samedi	1er septembre.	— Rendez-vous à 7 heures du matin. Visite du bassin houiller de *Decazeville*.
Dimanche	2 »	— Rendez-vous à 7 heures du matin. Visite du bassin houiller de *Decazeville*.
Lundi	3 »	— Rendez-vous à 7 heures du matin. Visite du bassin houiller de *Decazeville*.
Mardi	4 »	— Départ de Decazeville à 6 h. 15 matin, pour *Saint-Étienne*.
Mercredi	5 »	— Visite du bassin houiller de *Saint-Étienne*.
Jeudi	6 »	— Visite du bassin houiller de *Saint-Étienne*.



VII

BASSINS TERTIAIRES DU RHONE

TERRAINS SECONDAIRES ET TERTIAIRES DES BASSES-ALPES

EXCURSIONS SOUS LA CONDUITE DE

MM. DEPÉRET et E. HAUG

XII[a]

PREMIÈRE PARTIE

Notice de M. DEPÉRET

Bassins tertiaires du Rhône : Bresse, Bas-Dauphiné, Bollène, Bassin d'Apt, Durance et Bassin de Forcalquier.

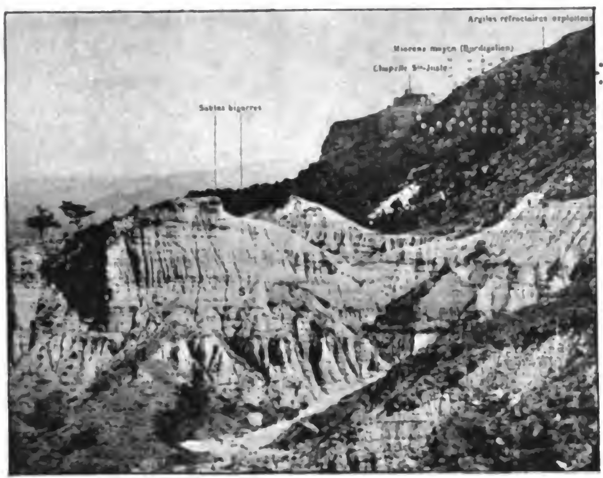
XII[b]

DEUXIÈME PARTIE

Notice de M. E. HAUG

Environs de Digne et de Sisteron. Région de contact des Chaînes-Subalpines et des Hautes-Chaînes, à l'est de Digne et de Sisteron (Série jurassique des Basses-Alpes, Oligocène et Miocène de Tanaron, tectonique).

N° XII[a]



SAINT-PAUL-TROIS-CHATEAUX [1]

PREMIÈRE PARTIE

BASSINS TERTIAIRES DU RHONE

NOTICE DE

M. DEPÉRET

Réunion au Laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon, le 30 août, à 10 h. du matin, et à 2 h. du soir.

INTRODUCTION

La grande dépression Nord-Sud, dessinée par la vallée du Rhône de Lyon à la mer, et continuée au Nord de Lyon par la vallée de la Saône, constitue entre le Plateau Central et les

(1) Fig. 1. — Ravinement des sables et argiles bigarrés, surmontés par la mollasse burdigalienne (flanc Nord de la colline de St-Paul-Trois-Châteaux).

chaînons avancés du système alpin, l'un des traits structuraux les plus remarquables de la géographie et de la géologie de la France.

L'histoire de cette dépression est géologiquement fort ancienne : son esquisse se dessine vers la fin des temps paléozoïques, dès l'époque de la formation de la grande chaîne carbonifère ou hercynienne : tandis que les plis carbonifères du Plateau Central recoupent obliquement dans la direction du Nord-Nord-Est la vallée de la Saône et celle du Rhône au Nord de Vienne, il n'en est plus de même des plis de l'Ardèche et du Gard, dont la direction devient presque Nord-Sud : il en résulte que de Vienne à la mer, la dépression rhodanienne correspond, dans son ensemble, à une vallée synclinale, d'âge paléozoïque, parallèle aux plis hercyniens de la région.

Pendant la durée des temps secondaires, la géographie de la vallée du Rhône a présenté une assez grande uniformité. Un large bras de mer s'est établi entre le Plateau Central à l'Ouest et quelques massifs émergés sur l'emplacement de la future chaîne des Alpes. Le faciès des dépôts est toujours plus littoral dans le voisinage du Rhône que dans la région des chaînes subalpines actuelles.

Après une émersion correspondant à la fin des temps crétacés, la vallée du Rhône devient, pendant le Tertiaire, un bassin d'affaissement continu, d'abord de faciès fluvio-lacustre (Paléocène, Eocène), ensuite lagunaire (Oligocène), enfin tout à fait marin (Miocène). A la fin du Miocène, et sous l'influence des grands mouvements alpins, une nouvelle régression se produit et correspond à une période fluvio-continentale (Miocène supérieur). Des effondrements accompagnés d'érosions puissantes des dépôts miocènes, reprennent ensuite avec le Pliocène et ramènent une dernière fois la mer dans la vallée du Rhône ; enfin la mer pliocène se retire, et la dépression rhodanienne joue de nouveau, et jusqu'à nos jours, le rôle de grand bassin fluviatile.

I

Résumé stratigraphique sur les terrains tertiaires du bassin du Rhône

1° Paléocène.

(Etages *Thanétien, Sparnacien, Yprésien*).

Dans tout le bassin du Rhône, le *Paléocène* est uniquement formé de dépôts fluvio-lacustres.

La craie supérieure se termine en Provence et dans le Languedoc par une puissante formation laguno-lacustre au sommet de laquelle se place l'*étage de Rognac* à *Lychnus, Bauxia, Cyclophorus*, etc. Sur le calcaire de Rognac reposent les *argiles rutilantes de Vitrolles* qui, au pied de la Montagne Noire, contiennent des ossements de Dinosauriens et se rattachent de ce fait au Crétacé.

Le Tertiaire débute par le *calcaire de St-Marc-la-Morée* (Provence) et de *Montolieu* (Aude) à *Physa prisca* Noulet, équivalent du *calcaire de Rilly* ou étage *Thanétien* du bassin de Paris.

Au-dessus se placent les *marnes et le calcaire de Langesse* contenant des Physes allongées du type *columnaris* (*Physa Draparnaudi* Math., *P. prœlonga* Math.) et un Planorbe du groupe *sparnacensis* Desh. (*Planorbis subcingulatus* Math.), faune qui rappelle beaucoup celle des *argiles à lignites du Soissonnais* ou étage *Sparnacien*.

Des calcaires marneux sans fossiles séparent cet horizon des calcaires lacustres *lutétiens* qui les recouvrent en concordance (? Yprésien).

Ces niveaux lacustres fossilifères s'étendent très peu vers le Nord. Dès les bords de la Durance, à Orgon, ils ont pour équivalent latéral une formation sablo-argileuse, dépourvue de bancs calcaires, désignée dans tout le bassin du Rhône sous le nom de *sables et argiles bigarrés*, à cause de l'extrême vivacité de leurs teintes. Cette formation, aujourd'hui découpée en multiples lambeaux par les érosions post-éocènes, s'est étendue autrefois sur toute la vallée du Rhône et sur les chaînes subalpines de Provence, du Dauphiné et de la Savoie, d'où elle passe en Suisse.

Les lambeaux les plus importants, comme ceux d'Orgon et de Mérindol dans la vallée de la Durance, d'Apt, de Lacoste, de St-Pantaléon, de Nyons dans le Comtat, de St-Paul-Trois-Châteaux, de Dieulefit, de Douévas dans la Drôme, offrent habituellement la succession suivante de bas en haut : 1. Sables blancs siliceux purs ; 2. Sables bariolés, rouges, jaunes, lilas, consolidés parfois en grès et en quartzites lustrés mouchetés de rose ; 3. Argiles bigarrées réfractaires.

Des lambeaux plus petits sont pincés dans les plis du Vercors, de la Chartreuse, de la Savoie et affectent souvent l'aspect de poches de remplissage des calcaires crétacés. Dans le massif de la Grande-Chartreuse, aux Echelles, MM. Kilian et Pâquier ont signalé, dans les sables blancs, une mâchoire de *Lophiodon Larteti* Filhol, espèce des argiles sparnaciennes du bassin de Paris.

Les *sables et argiles* à silex crétacés remaniés (avec Echinides sénoniens), du Mâconnais et du Châlonnais représentent le même niveau dans la vallée de la Saône.

2° Éocène
(Etages *Lutétien* et *Bartonien*)

Si on laisse de côté le faciès marin *Nummulitique*, qui est limité à la région subalpine s'étendant de Nice à la Savoie, l'Éocène du bassin du Rhône présente un faciès exclusivement lacustre.

Dans le bassin d'Aix, M. Matheron y a distingué, depuis longtemps, deux horizons fossilifères :

1° Le *calcaire du Montaiguet* à *Bulimus Hopei* Marc. de Serres, *Strophostoma lapicida* Leufroy, *Planorbis pseudo-rotundatus* Math., *Limnæa aquensis* Math., etc.

2° Le *calcaire de Cuques* à *Planorbis pseudo-ammonius* Schlot., *Limnæa Michelini* Desh.

Ces deux horizons représentent l'ensemble du *Lutétien*.

Les calcaires lutétiens se montrent en lambeaux discontinus dans tout le bassin du Rhône. Les localités les plus importantes en allant du Sud au Nord sont : Orgon et Eygalières (Bouches-du-Rhône), Mérindol, Cucuron, la Bastide-des-Jourdans, Apt, Lacoste, Goult, Murs, Vacquières, Nyons (Vaucluse), Navacelles, La Choisity (Gard), Dieulefit (Drôme), enfin Talmay, dans la haute vallée de la Saône.

Dans le petit massif du Mont-d'Or lyonnais, à Lissieu, le même étage est représenté sous un *faciès sidérolithique* de remplissage de fentes avec : *Lophiodon isselense* Cuv., *L. rhinocerodes* Rutim., *Paloplotherium codiciense* Gaudry, *Propalæotherium isselanum* Blainv. *Anchilophus Desmaresti* Gerv., *Phenacodus europæus* Rutim., etc. et des fragments de calcaire lacustre à *Planorbis pseudo-ammonius*.

Quant à l'étage *Bartonien*, il manque, sans doute par érosion, sur la plus grande partie du bassin du Rhône. Il faut aller vers le Midi, dans le bassin d'Alais et surtout en Languedoc pour observer, au-dessus des calcaires lutétiens, un puissant étage de grès grossiers et de marnes jaunâtres, avec débris de *Lophiodon* et parfois quelques bancs calcaires intercalés à *Planorbis Rouvillei* Font. Ces *grès à Lophiodon* sont immédiatement recouverts par les couches à *Palæotherium* de l'Oligocène inférieur.

3° Oligocène

Etages *Priabonien*, *Infra-tongrien*, *Tongrien* et *Aquitanien*.

Beaucoup moins morcelé par les érosions que les groupes précédents, l'Oligocène se présente aujourd'hui en un certain nombre de *bassins* géographiquement indépendants, dont les plus importants sont : les bassins d'Alais, d'Apt, de Manosque-Forcalquier, de Mormoiron, de Crest, du Royans, de la Bresse. Bien que ces bassins lagunaires aient dû largement communiquer entr'eux à l'époque Oligocène, il existe des différences de faciès assez notables d'un point à un autre.

Pour les étages inférieurs (*Priabonien* et *Infra-tongrien*), le type le plus complet et le plus fossilifère existe sur la bordure orientale du *bassin monoclinal d'Alais*. On y observe en succession régulière au-dessus des grès à *Lophiodon* bartoniens :

Priabonien (*Éocène supérieur* des auteurs français) : — Marnes ligniteuses, avec bancs calcaires : faune de Mollusques entièrement terrestre (*Glandina Vialai* Noulet, *Strophostoma globosum* Dumas) et nombreux Mammifères de la faune de Montmartre et de Gargas : *Palæotherium medium* Cuv., *P. crassum* Cuv., *Paloplotherium minus* Cuv., *Lophio-*

therium cervulum Gerv., *Cebochærus minor* Gerv., *Hyænodon Requieni* Gerv., *H. minor* Gerv., *Adapis magnus* Filh., etc. (gisement de St-Hippolyte de Caton).

Infra-tongrien (Sannoisien de MM. de Lapparent et Munier-Chalmas). — 1° Calcaires en plaquettes à *Limnæa longiscata* Brongn.

2° Calcaires à *Limnæa longiscata* Br., *Potamides aporoschema* Font. et Hydrobies (1re apparition de types saumâtres).

3° Série puissante des calcaires à plaquettes à Cyrènes : *Cyrena alesiensis* Font., *Cyrena Dumasi* Font., *Hydrobia pyramidalis* Desh. ; feuillets à Insectes et empreintes de Poissons.

4° Grès à flore de Célas.

5° Calcaires à Striatelles (*Striatella barjacensis* Font.). *Melanoïdes albigensis* Noulet, *Cyrena semistriata* Desh., etc.

6° Lignites de Célas et d'Avéjan.

Les étages supérieurs (Tongrien et Aquitanien) sont formés, dans le bassin d'Alais, d'argiles et de conglomérats peu fossilifères.

Dans le bassin d'Apt (voir plus loin p. 22), la coupe de la base de l'Oligocène est assez analogue à la précédente, mais moins riche en horizons fossilifères. — En revanche, ce bassin et celui de Forcalquier nous montrent le type habituel des étages Tongrien et Aquitanien de la vallée du Rhône. On observe de bas en haut :

Tongrien. — 1° Marnes avec puissants amas de gypse (gypses de Gargas, de Manosque, de l'Isle, de Malemort, etc.) : au sommet, soufres des environs d'Apt.

2° Calcaires en plaquettes à *Hydrobia Dubuissoni* Bouil., *Potamides rhodanicus* Font., *P. microstoma* Font., *Striatella Nysti* Duch., *Sphærium gibbosum* Sow., Planorbes et Limnées.

Aquitanien. — 1° Calcaires avec marnes à lignite à la base (lignites de Manosque et de Volx à *Anthracotherium*) avec : *Melanoides Lauræ* Math., Potamides, Hydrobies associés à de nombreuses Limnées (*Limnæa cænobii* Font., *L. pachygaster* Thomæ), Planorbes (*Planorbis cornu* Brg.) et Helix (*H. eurabdota* Font., *H. Ramondi* Brg., variété de petite taille).

2° Assise marneuse parfois de teinte rouge avec conglomérats.

3° Calcaires supérieurs compacts à *Helix Ramondi* Brg., *Cyclostoma antiquum* Brg., Planorbes et Limnées de l'assise 1.

Dans le Royans, l'Aquitanien est saumâtre et comprend une faune de Cyrènes (*Cyrena Mermieri* Depéret), de Potamides (*Potamides longispira* Mermier), et de Striatelles (*Striatella Valentinensis* Mermier) très particulière.

Enfin, il importe de rappeler que, sur la côte de Provence, à Carry et en Languedoc, aux environs de Montpellier, se montre un Aquitanien de facies entièrement marin, dont l'extension indique une côte peu différente (sauf quelques golfes peu importants) de la côte actuelle de la Méditerranée.

4° Miocène
(Etages *Burdigalien*, *Vindobonien*, *Pontien*).

La période *Miocène* correspond dans le bassin du Rhône à une transgression marine progressive et continue pendant le Miocène inférieur. Cette transgression atteint son maximum pendant le Miocène moyen et est suivie d'une régression rapide pendant le Miocène supérieur.

La série habituelle des horizons est la suivante: I. *Miocène inférieur* (*Burdigalien* ou *premier étage méditerranéen*). — 1° *Mollasse sableuse* à *Pecten Davidi* Font., *P. pavonaceus* Font., *P. justianus* F., *Scutella paulensis* Ag., puissante de 50 mètres dans la Drôme. Son extension est limitée à un fiord étroit qui ne dépasse pas au Nord la vallée de la Drôme.

2° *Mollasse marneuse* à *Pecten præscabriusculus*, Font., *P. subbenedictus*, Font., *Echinolampas hemisphæricus*, Ag., *Lithothamnium*, Bryozoaires.

3° *Mollasse calcaire* (pierre de taille de Saint-Paul-Trois-Châteaux, de Ménerbes, de Beaucaire) à Pecten *sub-holgeri* Font., *P. restitutensis* Font.

II. *Miocène moyen* (Etage *Vindobonien*) (Helvétien-Tortonien, ou 2e *étage méditerranéen*). — 1° Sables et grès à *Ostrea crassissima* Lam.

2° Grès à *Cardita Michaudi* Font., et *Amphiope perspicillata* Ag., de Suze-la-Rousse, de Lourmarin, d'Etoile, etc.

3° Sables et grès à *Pecten Gentoni* Font., surmontés par les sables marneux à *Pecten Fuchsi* Font. de Cucuron. — Sables à *Terebratulina calathiscus* Fisch. de Visan et du Dauphiné.

Dans la vallée de la Durance, on observe ensuite :

4° *Mollasse marno-calcaire de Cucuron* à *Pecten planosulcatus* Math., *P. scabriusculus* Math., *P. nimius* Font., *Cardita Jouanneti* Bast., *Ostrea Boblayei* Desh.

5° Marnes de Cabrières-d'Aigues à *Cardita Jouanneti* var. *læviplana* Depéret, *Ancilla glandiformis* Lam., *Pleurotoma Jouanneti* Bast., etc. et bancs supérieurs d'*Ostrea crassissima* Lam.

Plus au Nord, dans le bassin de Visan et surtout dans le Dauphiné, ces deux derniers horizons sont presque entièrement à l'état de sables contenant à Visan une partie de la faune de Cabrières, et aux environs de Saint-Genix d'Aoste (Isère) une faune tortonienne un peu différente de celle du Midi.

Miocène supérieur (Étage *Pontien*). — Dans le Dauphiné, la série est la suivante (voir plus loin, p. 12) :

1° Sables ferrugineux à *Nassa Michaudi* Thiol., *Auricula viennensis* Font., *A. Lorteti* Font., *Helix delphinensis* F., *H. Gualinoi* F., etc., et *Hipparion gracile* Kaup.

2° Argiles et sables à *Helix delphinensis* F., avec cailloutis supérieurs impressionnés, de plus en plus développés à mesure qu'on se rapproche des chaînes subalpines.

Dans la vallée de la Durance, on observe un faciès assez différent (voir plus loin, p. 25).

1° Marnes et calcaires lacustres à *Melanopsis narzolina* Bon., *Helix Christoli* Math., *Planorbis Matheroni* F. et T., *Bithinia leberonensis* F. et T., etc.

2° Limons rouges à *Hipparion gracile* Kaup et faune dite du Mont Leberon (M. Gaudry). Des cailloutis alternent à plusieurs reprises avec les limons et finissent par prédominer à la partie supérieure. De puissantes nappes de cailloutis alpins du même âge forment un vaste delta torrentiel de la Durance miocène en amont de Pertuis (poudingues de Riez).

5° Pliocène

(Étages *Plaisancien, Astien* et *Sicilien*)

Après la phase continentale par laquelle se termine le Miocène, des vallées profondes se sont creusées aux dépens du Miocène et des autres terrains préexistants ; puis la mer pliocène a pénétré dans ces vallées sous la forme d'un *fiord* ramifié qui s'est avancé dans la vallée du Rhône jusqu'à Loir, à 20 kilomètres au Sud de Lyon. Au Nord de cette ville, au contraire, une vaste nappe d'eau douce, le *lac Bressan*, occupait toute la dépression de la vallée de la Saône (Bresse) jusqu'au delà de Dijon. Dans ce lac se sont déposées de puissantes couches à Paludines de *faciès levantin*.

La série des dépôts pliocènes de la basse vallée du Rhône, lorsqu'elle est complète, est la suivante de bas en haut :

I. Pliocène inférieur (*Plaisancien*). — 1. — *Couches à Congéries* inférieures de Bollène, de Théziers, etc. : *Congeria subcarinata* Desh., *C. simplex* Barbot, *C. dubia* Mayer, *Melanopsis Matheroni* Tourn.

2. — Argiles bleues marines à *Nassa semistriata* Broc., *Turritella rhodanica* Font., *T. subangulata* Broc., *Corbula gibba* Olivi, *Arca diluvii* Lam., etc. ; en certains points faciès sableux à *Ostrea barriensis* Font. et *O. cucullata* Born.

II. Pliocène moyen (*Astien*). — 3. *Couches à Congéries supérieures* de Saint-Pierre-de-Cénos, de Vacquières, de St-Ariès, de Visan : *Congeria subbasteroti* Tourn., *Potamides Basteroti* de Serres, *Hydrobia Escoffieræ* Font., Auricules. — Faciès de marnes d'eau douce d'Hauterives (Drôme) à *Helix Chaixi* Michaud (faune d'Hauterives).

4. — *Sables fluvio-lacustres* à *Mastodon arvernensis* Cr. et Job. et *Rhinoceros leptorhinus* Cuv. de Lens-Lestang (Drôme), de St-Laurent-des-Arbres (Gard), de Théziers. (Niveau de la faune de Mammifères de Montpellier et du Roussillon).

III. Pliocène supérieur. — Le pliocène se termine partout par des cailloutis d'origine alpine, disposés en *hautes terrasses* au-dessus des vallées actuelles. Après la formation de ces terrasses élevées très anciennes, le creusement progressif de la vallée a donné lieu à toute une série de terrasses

étagées dont les plus hautes sont encore pliocènes, tandis que les plus basses correspondent aux temps quaternaires.

Le *faciès levantin* de la Bresse comprend la série suivante de bas en haut :

I. — PLIOCÈNE INFÉRIEUR (faciès lacustre).

1. *Marnes de Mollon inférieur* à *Vivipara ventricosa* Mich.

2. *Marnes de Mollon supérieur* à *Vivipara Neumayri* Brus. et V. *leiostraca* Brus.

3. *Marnes de Miribel* à *Vivipara Fuchsi* Neum.

4. *Marnes de Condal* à *Vivipara Sadleri* Partsch (*bressana* Og.).

5. *Marnes d'Auvillars* à *Vivipara Burgundina* Tourn. et *Pyrgidium Nodoti* Tourn.

II. — PLIOCÈNE MOYEN (faciès fluvio-lacustre).

6. *Sables de Trévoux* à *Vivipara Falsani* Tourn. (Paludines carénées), *Melanopsis lanceolata* Neum., *Mastodon arvernensis* Cr. et Job., *Rhinoceros leptorhinus* Cuv., *Palæoryx Cordieri* Gerv.

III. — PLIOCÈNE SUPÉRIEUR (faciès fluviatile).

7. Cailloutis des plateaux à *Mastodon arvernensis*. Cr. et Job. et *Elephas meridionalis* Nesti, associés.

II

Itinéraire des excursions

PREMIÈRE JOURNÉE. — **Vendredi 31 août**

Lyon, Meximieux, Mollon.

PLIOCÈNE DE LA BRESSE

De Lyon à Meximieux, la ligne de Genève remonte la rive droite du Rhône, en suivant le pied du rebord méridional du *plateau des Dombes*. La voie ferrée repose tantôt sur les alluvions récentes du fleuve, tantôt sur des lambeaux de la *basse terrasse* quaternaire (terrasse de 15 mètres) contemporaine de la période de recul de la plus extrême glaciation alpine.

Jusqu'à la station de Bas-Neyron, l'escarpement qui domine la voie est formé par les graviers gris, peu ou pas altérés, avec amandes sableuses fréquentes, de la *haute terrasse* quaternaire (terrasse de 60^{m}), d'âge *antéglaciaire*, dont les travaux du chemin de fer de Sathonay montrent actuellement des coupes très fraîches. Sur le plateau et sur les flancs du plateau, s'étalent les moraines les plus extérieures de la grande glaciation quaternaire.

A partir de Bas-Neyron, la terrasse quaternaire cède la place à l'*escarpement pliocène* des Dombes, constitué d'une manière générale à la base par des marnes à Paludines, à la partie moyenne par des sables fins que surmontent de nouvelles marnes à Paludines (gisement à *Vivipara Fuchsi* de Miribel) ; en haut par les graviers du *Pliocène supérieur* qui tranchent sur les graviers quaternaires par leur couleur ferrugineuse, et par l'altération très avancée des éléments feldspathiques. En face de la station de Miribel, on aperçoit sur la hauteur de très belles coupes de ces graviers.

A partir de Montluel-Dagnieu, la base du plateau pliocène est de nouveau masquée jusque près de Meximieux par la haute terrasse quaternaire.

A Meximieux les marnes de la Bresse (pliocène inférieur) se montrent à la base des coteaux des deux côtés de la ville, au N. E. sous le château, au S.O. le long de la route de Pérouges. C'est dans le talus de cette route que se trouve le *gisement dit de Pérouges*, riche surtout en petites espèces : *Strobilus Duvali* Mich., *Testacella Deshayesi* Mich., *Vertigo myrmido* Mich., *Carychium pachychilus*, Sandb., *Michaudia Falsani*, Tourn., *Planorbis Mariæ* Mich., *P. filocinctus*, Sandb. Le lavage des marnes donne une abondante récolte de ces types, avec des débris seulement des grandes espèces.

Les marnes pliocènes sont entaillées au niveau même du vallon actuel de Meximieux-Pérouges par une profonde vallée de l'époque du Pliocène moyen, vallée qui a été remplie par des graviers et des cailloutis ferrugineux, au sein desquels sont intercalés, à trois niveaux successifs, les classiques *tufs de Meximieux*, à flore d'affinités canariennes, décrite par M. de Saporta. C'est surtout dans le banc inférieur qu'on peut encore recueillir quelques empreintes végétales de *Bambusa lugdunensis* Sap., *Oreodaphne Heeri*

Gaud., *Laurus canariensis* Wall., *Magnolia fraterna* Sap.. *Ilex canariensis* Wall., etc. On y trouve quelquefois des moules internes des grands mollusques terrestres : *Helix Chaixi* Mich., *Zonites Colonjoni* Mich., *Triptychia Terveri* Mich.

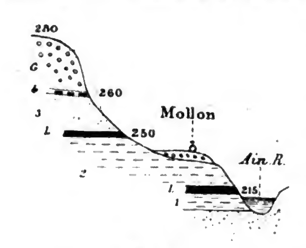


Fig. 2.
Coupe du Pliocène inférieur à Mollon.
1. Marnes de Mollon-rivière ; 2. Marnes de Mollon ravin ; 3. Sables de Mollon ; 4. Marnes de Rignieux ; L. Niveaux de lignite ; G. Glaciaire et limon.

En amont de Meximieux, l'escarpement abrupt de la rive droite de la vallée de l'Ain permet d'étudier de belles coupes de la base du pliocène inférieur bressan (Fig. 2). A *Mollon*, dans le lit même de la rivière d'Ain, affleurent des marnes ligniteuses, avec bois flotté, où abondent des Planorbes (*P. heriacensis* Font.), de grosses Limnées (*L. Bouilleti* Mich.), et, en outre, *Helix Nayliesi* Mich., *Bithinia leberonensis* F. et T. var. (gisement dit de Mollon-rivière).

A 40 mètres environ au-dessus de ce niveau, la partie supérieure des *marnes de Mollon* montre, dans un ravin qui aboutit au bout du village, un second niveau fossilifère (gisement de Mollon-ravin), remarquable par l'abondance des Paludines, *Vivipara leiostraca* Brus., *Neritina Philippei* Locard, *Melanopsis flammulata* de Stef., *Bithinia leberonensis* var., *Nematurella lugdunensis* Tourn., *Valvata vanciana* Tourn., *Emmericia pliocenica* Sacco.

Au-dessus des marnes, se montrent les *sables de Mollon*, fins, mollassiques, à *Helix Chaixi* Mich., *Zonites Colonjoni* Mich., *Triptychia Terveri* Mich., autrefois exploités dans des sablières.

En haut des sables, se voit un rudiment des *marnes de Miribel*, sans fossiles en ce point.

Le sommet du plateau est occupé par les cailloutis pliocènes, le glaciaire et le limon bressan.

DEUXIÈME JOURNÉE. — **Samedi 1er septembre.**

Bourgoin. La Grive-Saint-Alban. Heyrieu. Saint-Fons.

MIOCÈNE DU BAS-DAUPHINÉ

La ligne de chemin de fer de Grenoble, entre Lyon et Heyrieu, suit, pendant 22 kilomètres, la surface de la *basse terrasse quaternaire*, qui s'élève rapidement d'environ 100 mètres entre les deux points indiqués, et constitue une *nappe de comblement* due à des torrents sous-glaciaires s'échappant de moraines en station dans la région de Saint-Quentin. En approchant du magnifique *amphithéâtre morainique* traversé par la voie ferrée entre Heyrieu et Saint-Quentin, on peut voir les graviers de la basse terrasse prendre un caractère fluvio-glaciaire et se fondre graduellement avec la véritable moraine.

Au delà des moraines, on descend dans la *dépression centrale* de Saint-Quentin, empruntée par la vallée de la Bourbre. Auprès de Saint-Quentin se montrent des affleurements presque horizontaux d'Infra-lias, de Lias (gisements dits de la Verpillière) et de Jurassique inférieur qui sont le prolongement extrême du Jura vers le Sud. Les dépôts miocènes les plus élevés prennent également part à la constitution géologique de la vallée de la Bourbre, que la ligne remonte jusqu'à Bourgoin.

L'escarpement qui domine cette ville au S.-O. est formé en entier par le Miocène supérieur (Pontien). A la base des collines, presque au niveau de la plaine, affleurent les sables de la zone à *Nassa Michaudi*, riches en ce point en Hélicidés (*Helix delphinensis* Font., *H. Chaixi* Mich. var., *Zonites Colonjoni* Mich. var.). Plus haut commencent les sables d'eau douce avec fréquentes intercalations de cailloutis alpins impressionnés qui tendent à prédominer à mesure qu'on s'élève. Le sommet du plateau est recouvert de boue glaciaire.

De Bourgoin à la Grive-Saint-Alban, on suit la base du plateau miocène ; puis brusquement on voit surgir en dessous les calcaires *bathoniens*, oolithiques, exploités en

de nombreuses carrières. Ces calcaires sont criblés de fentes, remplies d'argile rouge avec minerai de fer pisolithique; c'est un *faciès sidérolithique* de l'époque du Miocène moyen. A côté même de la gare de la Grive, se trouve une grande carrière qui a fourni à Jourdan la belle série de Mammifères du Muséum de Lyon : *Dinotherium lœvius* Jourdan, *Mastodon angustidens* Cuv., *Rhinoceros sansaniensis* Lartet, *Listriodon splendens* v. Meyer, *Macrotherium grande* Lartet, *Pliopithecus antiquus* Lartet, etc. Un peu plus haut, à côté du village de Saint-Alban, une autre carrière se montre riche en débris de petits Mammifères miocènes : *Cricetodon rhodanicum* Dep., *C. medium* Lart., *C. minus* Lartet, *Lagomys verus* Hensel, *Myolagus Meyeri* Tsch., *Sorex pusillus* v. Mey. *Galerix exilis* Blainv., etc. La faune de la Grive-Saint-Alban comprend à l'heure actuelle 63 espèces de Vertébrés terrestres, dont l'âge est comparable à ceux de Sansan (Gers) et plus encore de Steinheim (Wurtemberg) et de la mollasse d'eau douce supérieure de Suisse et d'Allemagne.

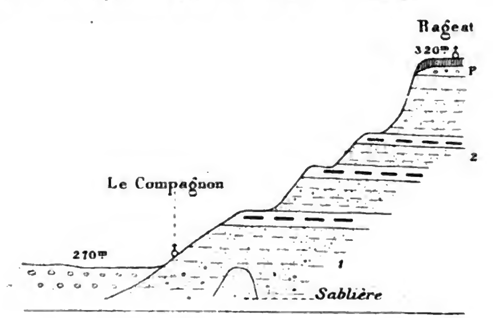


Fig. 3. — Coupe du plateau miocène supérieur à Rageat, près Heyrieu.

1. Sables à *Nassa Michaudi*; 2. Sables d'eau douce à *Helix delphinensis* avec (*m*) niveaux marneux intercalés ; P. Cailloutis pliocène et lœss.

La coupe du plateau miocène du Bas-Dauphiné dans les environs d'Heyrieu (Fig. 3) ne diffère de celle de Bourgoin que par l'atténuation des éléments caillouteux au sein de la masse des sables d'eau douce pontiens. La zone à *Nassa Michaudi*, près du hameau du Compagnon, est remarquable

par sa richesse en fossiles saumâtres : *Nassa Michaudi* Thiol., *Auricula Lorteti* Font., *A. viennensis* F., et terrestres : *Helix delphinensis* Font., *H. Gualinoi* F., *Limnæa heriacensis* F., *Valvata vallestris* Font., ces derniers étant surtout fréquents dans les galets marneux disséminés au milieu des sables.

Cette zone affleure au niveau même de la plaine quaternaire d'Heyrieu. Pour étudier les horizons inférieurs du Miocène de la région, il faut se transporter sur les *balmes* du Rhône, à Saint-Fons, où se montrent de beaux escarpements de sables marins, siliceux, micacés, consolidés suivant des lits irréguliers en grès peu résistants. Ces sables renferment, avec des dents de Squalidés et des Balanes, une petite faunule de Brachiopodes intéressante : *Terebratulina calathiscus* Fisch, *Thecidium mediterraneum* Risso et quelques rares Mollusques : *Pecten Gentoni* Font., *P. substriatus* d'Orb., *Lima squamosa* Lam., *Patella Tholoni* Mich. Ces sables à *Térébratulines* de St-Fons, de plus de 100^m inférieurs aux sables à *Nassa Michaudi*, appartiennent au 2e étage méditerranéen (*Vindobonien*) dont le faciès est entièrement sableux dans la région dauphinoise.

TROISIÈME JOURNÉE. — **Dimanche 2 septembre**

Vallée du Rhône. — St-Paul-Trois-Châteaux.

PALÉOCÈNE. — MIOCÈNE INFÉRIEUR. — PLIOCÈNE.

La matinée est occupée par la descente en chemin de fer de la vallée du Rhône (rive gauche) jusqu'à la station de Pierrelate. Ce voyage est aussi intéressant au point de vue pittoresque qu'au point de vue de la constitution géologique générale du pays. On aura des aperçus à droite sur la bordure orientale du Plateau Central, le Mont-Pilat, la montagne de Crussol, les plateaux jurassiques et crétacés du Vivarais ; à gauche sur les plateaux miocènes du Bas-Dauphiné et au loin sur les chaînes subalpines du Vercors, de la forêt de Saou, du Diois, du Ventoux.

L'après-midi sera consacrée à l'étude de la colline crétacée

et tertiaire comprise entre Saint-Paul-Trois-Châteaux et Bollène (Fig. 4).

A l'extrémité Nord de la colline, affleurent au-dessus d'un soubassement de grès calcaires *turoniens*, les ***sables et argiles bigarrés*** du Paléocène, qui présentent de magnifiques coupes naturelles découpées par l'érosion, et faciles à étudier

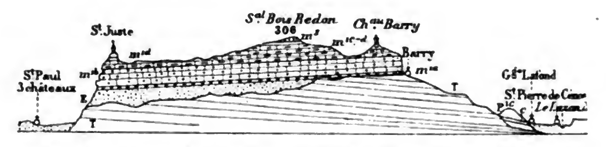


Fig. 4. — Coupe de la colline de St-Paul-Trois-Châteaux (Drôme).

T. *Turonien* ; E. Sables et argiles bigarrés *Eocène* ; Miocène inférieur : m^{1a}. Conglomérat de base ; m^{1b}. Mollasse sableuse à *Pecten Davidi* ; m^{1c}. Mollasse marneuse à *Pecten præscabriusculus* ; m^{1d}. Mollasse calcaire à *Pecten subholgeri* ; Miocène moyen : m^2. Grès à *Ostrea crassissima* ; Pliocène inférieur : P^1. Sables à *Ostrea barriensis* avec niveau saumâtre à Congéries (*c*).

le long du plan incliné de l'exploitation des carrières. La base de la formation comprend des ***sables siliceux*** blancs ou bariolés, tandis que des lits d'***argile blanche*** ou ***versicolore*** s'intercalent à la partie supérieure, où elles sont l'objet d'une exploitation comme *terre réfractaire*. On ne saurait imaginer, sans en avoir été témoin, l'éclat bigarré et la vivacité de teintes de ces sables sous la lumière d'un soleil déjà presque provençal (Fig. 1).

Sur les sables bigarrés repose directement par l'intermédiaire d'un cordon de galets siliceux verdâtres, le ***Miocène inférieur*** (1er étage méditerranéen) complet en ce point, avec ses trois zones : 1. Mollasse sableuse à ***Pecten Davidi*** et ***Scutella paulensis***. 2. Mollasse marneuse à ***Pecten præscabriusculus***. 3. Mollasse calcaire blanche à ***Pecten subholgeri***. Cette dernière zone est l'objet sur le plateau d'une exploitation importante : c'est un calcaire tendre, formé surtout de débris triturés d'organismes. Les fossiles entiers sont rares : dents de Squales, épines de Myliobates, Echinides (*Echinolampas hemisphæricus* Leske, *Clypeaster*), grands *Pecten* (***P. restitutensis*** Font., ***P. subholgeri*** F.).

Ce calcaire forme l'entablement supérieur du plateau, d'où l'érosion a fait disparaître le 2e étage méditerranéen (très développé plus à l'Est vers Suze-la-Rousse et Visan) : il n'en est resté qu'un lambeau de sables et grès à *Ostrea crassissima*, constituant la partie culminante de la colline, le monticule ou signal de Bois-Redon (306m). Des cailloux épars de quartzites alpins à patine ferrugineuse représentent sur le plateau les restes d'une haute terrasse du Rhône pliocène.

La descente au Sud sur Bollène permet d'étudier en détail les différentes zones fossilifères du Burdigalien, en particulier les anciennes carrières de Mollasse calcaire où a été trouvé le crâne du *Squalodon barriense* Jourdan, du Muséum de Lyon, et les beaux escarpements de Mollasse sableuse qui supportent les maisons du pittoresque village troglodyte de Barri (Fig. 5).



Fig. 5. — Escarpement de la Mollasse sableuse à *Pecten Davidi*, à Barri (Drôme).

Au pied de la colline, se montre, plaqué contre le Turonien, un lambeau discordant et légèrement incliné de *Pliocène marin* formé de sables jaunâtres avec un banc d'huîtres

(*Ostrea barriensis* Font., *O. cucullata* Born. *O. Hörnesi* Reuss), avec quelques rares débris de *Pecten* (*P. pes-felis* L., *P. pusio* L., *P. latissimus* Lam.). Fontannes a signalé à la partie supérieure de ces couches entre les blocs d'un conglomérat grossier, quelques exemplaires de *Congeria* et de *Limnocardium* (horizon à Congéries supérieur) qu'il m'a été impossible de retrouver. Les sables à huîtres reposent sur les argiles plaisanciennes qui forment le substratum de la plaine de Bollène.

QUATRIÈME JOURNÉE. — Lundi 3 septembre

Bollène.

MIOCÈNE INFÉRIEUR. — COUCHES A CONGÉRIES. — PLIOCÈNE

La petite vallée du Lauzon, au nord de Bollène, est devenue célèbre en géologie par la découverte faite en 1871, par M. Mayer-Eymar, des *couches à Congéries* près de la chapelle Saint-Ferréol. Cette vallée est l'un des endroits où l'on peut

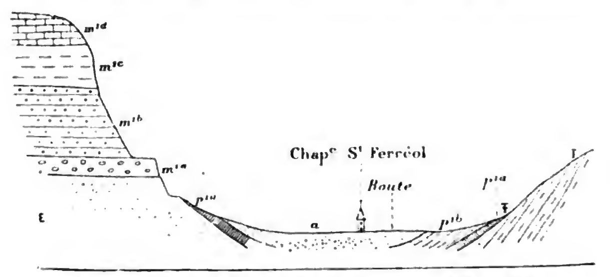


Fig. 6. — Coupe de la vallée de St-Ferréol, près Bollène.

T. Turonien; *E.* Sables et argiles bigarrés; Miocène inférieur : m^1. (même légende que dans la figure 3); Pliocène inférieur : p^{1a}. Couches à *Congeria subcarinata*; p^{1b}. Marnes plaisanciennes; *a.* Alluvions récentes.

le mieux observer la discordance entre ces couches et le Miocène, et leur relation étroite avec les marnes pliocènes marines qui occupent tout le fond des vallées aux environs de Bollène (Fig. 6).

Le gisement de M. Mayer occupe, au Sud de la chapelle, le fond d'une anse creusée dans les grès turoniens, dont les pentes sont tapissées de marnes blanchâtres avec : *Congeria subcarinata* Desh., *C. simplex* Barbot, *C. dubia* Mayer, *C. latiuscula* May., *Limnocardium bollenense* May., *L. Partschi* May., *Melanopsis Matheroni* May., *Neritina micans* Fisch. C'est une faune saumâtre de *faciès caspique* qui présente de nombreuses analogies spécifiques avec les couches à Congéries d'Italie, d'Espagne, de Roumanie, mais non avec les couches à *Congeria subglobosa* du bassin de Vienne, qui sont plus anciennes.

Les argiles marines plaisanciennes occupent le centre de la vallée de St-Ferréol en superposition sur les couches à Congéries. Un beau gisement de ces argiles pliocènes se montre à quelques centaines de mètres à l'Est, au pied du hameau de Gufliage. On y recueille surtout : *Turritella subangulata* Broc., *T. rhodanica* Font., *Nassa semistriata* Broc., *N. serraticosta* Bronn., *Cerithium vulgatum* Brug., *Pollia fusulus* Br., *Dentalium delphinense* Font., *Arca lactea* L., *A. diluvii* Lam., *Chama gryphoides* L., etc., et des Polypiers isolés.

De l'autre côté de la vallée, au pied des collines de Chabrières, on retrouve au N.-E. du château de Chabrières un deuxième gisement des couches à Congéries, dans la même situation stratigraphique que le précédent.

Plus loin, dans la même direction, la base des collines de St-Restitut montre, au-dessus d'un affleurement de sables bigarrés, le conglomérat de base du Burdigalien ravinant profondément le Paléocène.

La mollasse sableuse à *Pecten Davidi* est particulièrement fossilifère au-dessus de la *ferme de la Rouveyrette* ; on y recueille en abondance : *Pecten Davidi* Font., *P. pavonaceus* Font., *P. justianus* Font., *Ostrea virginiana* Mayer, *Lima squamosa* Lam., *Scutella paulensis* Ag., *Echinolampas scutiformis* Leske.

Non loin de cette ferme, on observe un magnifique gisement de marnes pliocènes appliquées contre une falaise abrupte de Mollasse gréso-sableuse à *Pecten Davidi*, perforée par les lithophages et tapissée de valves d'*Hinnites* et de Spondyles. C'est le gisement désigné par Fontannes sous le

nom de gisement des argiles à Polypiers de St-Restitut. Avec ces petits Polypiers, on y trouve surtout : *Arca barbata* L., *Arca lactea* L., *A. acanthis* Font., *Ostrea cochlear* Poli et *O. Hörnesi* Reuss.

Enfin, la route de St-Restitut permet de revoir encore la Mollasse marno-calcaire du Burdigalien supérieur.

Cinquième journée. — **Mardi 4 septembre**

Théziers.

Miocène inférieur et Pliocène

La colline de Théziers (Fig. 7) est formée d'un soubassement de calcaire *barrêmien*, sur lequel s'appuie en couches assez inclinées la Mollasse marno-calcaire du *Burdigalien supérieur* : la Mollasse sableuse à *Pecten Davidi* fait défaut dans cette région, par suite d'une importante transgressivité des couches supérieures du premier étage méditerranéen. Le

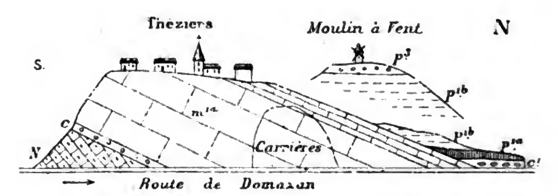


Fig. 7. — Coupe de la colline de Théziers (Gard).

N. Calcaire barrêmien ; Miocène inférieur M^1 : *c*. Conglomérat de base : m^{1d}. Mollasse calcaire à *Pecten præscabriusculus* ; Pliocène inférieur : c^1. Conglomérat de base : p^{1a}. Couches à Congéries inférieures ; p^{1b}. Marnes plaisanciennes avec banc d'*Ostrea cochlear* ; P^3. Cailloutis pliocène supérieur.

Miocène débute ici par un cordon de galets à patine verte, puis viennent des bancs marno-calcaires minces à *Pecten præscabriusculus* Font., *P. opercularis* L., *P. Tournali* de Serres, Bryozoaires, *Lithothamnium*, auxquels succèdent des couches plus épaisses et plus dures analogues à la pierre calcaire de Saint-Paul-Trois-Châteaux : enfin, au-dessus

réapparaissent des bancs plus marneux avec la même faune que dans les bancs inférieurs.

A l'extrémité Nord du village, dans le chemin d'Aramon, on voit s'appuyer, en discordance sur le Miocène, la base de la série Pliocène, comprenant :

1° Un *conglomérat* grossier composé de blocs et de fossiles roulés, empruntés au Burdigalien.

2° L'*horizon inférieur à Congéries*, formé de marnes grisâtres avec *Congeria simplex* Barbot., *Limnocardium bollenense* Mayer, *Melanopsis Matheroni* Mayer, *M. Neumayri* Tourn., *Neritina micans* Fischer.

3° *Argiles bleues plaisanciennes*, jaunâtres par altération, avec : *Dentalium delphinense* Font., *Venus multilamella* L., *Arca diluvii* L.; l'*Ostrea cochlear* Poli forme un banc à la base de ces argiles.

Les marnes pliocènes marines forment toute la butte du moulin à vent, où elles sont couronnées par le cailloutis du *Pliocène supérieur*. Elles constituent également toute la plaine qui s'étend à l'Est de Théziers vers Aramon, et elles ont fourni, dans des tuileries situées près de la gare de Théziers, des empreintes végétales, étudiées par l'abbé Boulay. Au Nord, elles s'appuient contre une haute colline de calcaire néocomien; c'est contre cette falaise, auprès de la petite *Chapelle de Saint-Amand*, que se trouve le gisement le plus riche de la région et même de tout le bassin du Rhône, non pas tant pour la quantité de fossiles que pour le nombre des espèces dont les recherches de M. Nicolas ont élevé le nombre à près de 300.

Pour étudier les horizons supérieurs du Pliocène, il faut se transporter à deux kilomètres à l'Est, au pied des *collines de Vacquières* (Fig. 8), dont la base est formée sur les deux tiers environ par les argiles plaisanciennes peu fossilifères.

Au-dessus on observe en succession régulière :

1° Des marnes bleuâtres, gypsifères, à faune saumâtre : *Potamides Basteroti* de Serres (1er niveau), *Ophicardelus Serresi* Tourn., mélangée surtout, en allant vers le Sud, à quelques formes marines : *Nassa semistriata* Br., *Nassa mutabilis* L., *Scrobicularia plana* L.

2° Des sables jaunâtres à débris de Balanes et d'Huîtres.

3° Un second horizon marneux à faune saumâtre (*niveau*

supérieur à Congéries) avec : *Potamides Basteroti* de Ser. (2[e] niveau). *Ophicardelus Serresi* Tourn., *O. Brocchii* T., *Congeria subbasteroti* Tourn., *Hydrobia Escoffieræ* Font., et quelques types d'eau douce : *Unio Nicolasi* Font., *Planorbis geniesensis* Font. ; c'est également un niveau de plantes fossiles étudiées par l'abbé Boulay.

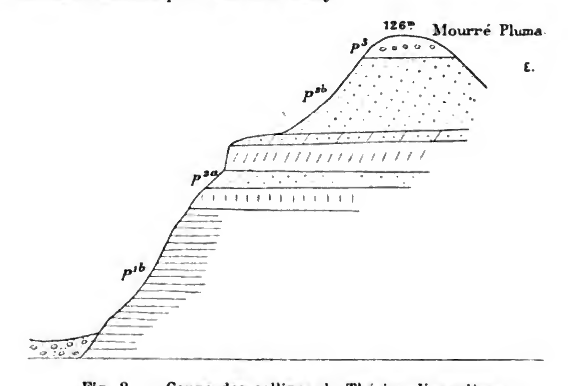


Fig. 8. — Coupe des collines de Théziers-Vacquières.

Pliocène inférieur : p^{1b}. Marnes plaisanciennes ; Pliocène moyen : p^{2a}. Marnes saumâtres à *Potamides Basteroti*, *Congeria subbasteroti* (horizon supérieur à Congéries), séparées en deux niveaux par un banc sableux ; p^{2b}. Sables jaunes fluvio-continentaux à stratification entrecroisée ; Pliocène supérieur : p^3. Cailloutis des plateaux.

4° Une masse de sables gréseux jaunâtres, à stratification oblique, avec débris de Balanes roulées (formation fluvio-torrentielle du *Pliocène moyen*).

Le sommet du plateau est occupé par les graviers ferrugineux du *Pliocène supérieur*.

Sixième journée. — **Mardi 5 septembre**

Bassin d'Apt.

(Eocène, Oligocène)

Le bassin d'Apt ou du Caulon est un large synclinal à substratum crétacé (Aptien-Gault), compris entre les anti-

clinaux néocomiens du mont Leberon et des monts de Vaucluse, et remblayé par les terrains tertiaires allant du *Paléocène* au *Miocène* inclus.

Le *Paléocène* est à l'état de *sables et argiles bigarrés*; surmonté par l'Eocène à l'état de calcaires lacustres à *Planorbis pseudo-ammonius* et de marnes grumeleuses rouges à *Amphidromus Hopei* de Serres. Ces divers terrains se présentent en lambeaux très-morcelés par les érosions antéoligocènes : l'un de ces lambeaux, très aisément accessible à l'observation, se voit à côté même de la gare des marchandises d'Apt.

L'*Oligocène* forme au Sud et à l'Est de la ville d'Apt des plateaux très étendus que couronne la Mollasse calcaire burdigalienne. Vers l'Ouest et le Nord du bassin, il a été démantelé par les érosions, à l'exception de quelques lambeaux dont le plus intéressant constitue le monticule isolé connu sous le nom de *colline de Gargas* ou mieux de *Sainte-Radegonde* (Fig. 9). Ce lambeau, qui permet une étude commode

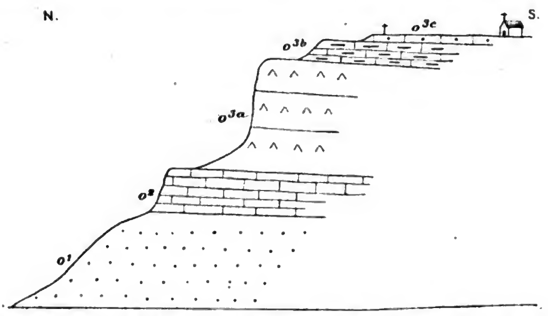


Fig. 9 — Coupe de la colline de Ste-Radegonde (Gargas), flanc Sud.
Oligocène : o^1. Argiles sableuses, versicolores, gypsifères ; o^2. Calcaires en plaquettes à *Cyrena semistriata* ; o^{3a}. Marnes avec masses gypseuses intercalées ; o^{3b}. Calcaires à *Potamides rhodanicus* : o^{3c}. Calcaires en plaquettes à *Hydrobia Dubuissoni*.

des étages inférieurs de l'Oligocène, doit sa conservation à un affaissement de son substratum entre deux failles parallèles.

Le substratum crétacé est formé par les *marnes aptiennes*

marines qui forment toute la plaine d'Apt (beaux gisements d'Ammonites ferrugineuses) ; sur ces marnes repose le Gault qui débute par des couches verdâtres à *Ammonites Milleti*, et se termine par des sables bariolés, avec minerai de fer au sommet, sables au milieu desquels sont les couches d'ocre exploitées au hameau des Tamisiers.

L'*Oligocène inférieur* (*Eocène supérieur* des auteurs français) débute au-dessus de ce hameau par des *marnes argilo-sableuses* bariolées, vertes, roses ou grises, remplies de cristaux de gypse et dépourvues de fossiles.

L'*Infra-Tongrien* se compose de bancs calcaires en plaquettes blanches, séparées par des lits marneux verdâtres. Les surfaces de quelques-uns des bancs calcaires sont couvertes d'empreintes de *Cyrena gargasensis* Math. *C. semistriata* Desh., de Potamides et de cristaux de gypse.

Le *Tongrien* est essentiellement formé par des marnes jaunâtres ou verdâtres au sein desquelles s'intercale une épaisse lentille de gypse (12-15^{m}), exploité en plusieurs points du pourtour de la colline.

L'étage Tongrien se termine par des calcaires marneux à *Potamides rhodanicus* Font., *Melanoides* sp., *Limnæa cœnobii* Font., que couronnent sur le plateau même des plaquettes calcaires minces remplies d'*Hydrobia Dubuissoni* Bouil. et de Potamides.

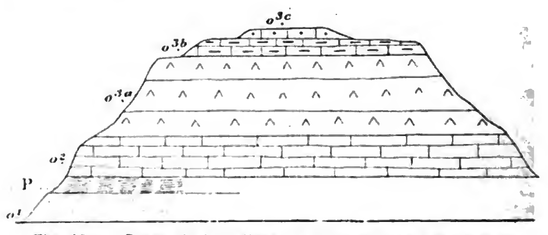


Fig. 10. — Coupe de la colline de Ste-Radegonde (flanc Est).
Même légende que la figure 9. — *P*. Couches ligniteuses à *Palæotherium* (gisement de Gargas).

L'*Aquitanien* manque en ce point par érosion. Si l'on aborde la colline de Sainte-Radegonde par son flanc oriental, on observe (Fig. 10), au-dessus de la maison Courtois, une

coupe qui diffère seulement de la précédente par l'intercalation entre les marnes roses de l'Oligocène inférieur et les calcaires en plaquettes à Cyrènes de l'Infra-Tongrien, d'une amande de marnes ligniteuses qui sont le ***gisement classique des Mammifères de Gargas*** : ***Palæotherium magnum*** Cuv., ***P. medium*** C., ***Paloplotherium minus*** C., ***Anoplotherium commune*** Cuv., ***Xiphodon gracile*** C., ***Cebochærus anceps*** Gerv., ***Cynodictis lacustris*** Gerv., ***Hyænodon Requieni*** Gerv., ***Pterodon dasyuroides*** Blainv., ***Adapis parisiensis*** Cuv., etc. et des Tortues.

Ces marnes, exploitées par la famille Courtois en galeries souterraines, fournissent toujours une abondante récolte d'os et de mâchoires fort bien conservées.

SEPTIÈME JOURNÉE. — **Jeudi 6 septembre**

Cucuron. Cabrières-d'Aigues. Pertuis.

MIOCÈNE DU BASSIN DE LA DURANCE

La route d'Apt à Lourmarin permet de passer du bassin du Caulon dans la vallée de la Durance en traversant l'anticlinal ***néocomien*** du Mont-Leberon par une cluse transverse profonde, désignée sous le nom de *combe de Lourmarin*.

En sortant d'Apt, la route s'élève d'abord sur les sables bariolés du Gault que surmonte bientôt le ***Tongrien supérieur***, transgressif par rapport aux étages inférieurs de l'Oligocène. Le Tongrien est formé d'une épaisse série de marnes et de calcaires en plaquettes à Hydrobies, avec feuillets minces à empreintes de plantes et de Poissons. L'***Aquitanien*** manque par érosion et la Mollasse calcaire du ***Burdigalien supérieur*** recouvre directement le Tongrien et constitue le *plateau de Buoux* (550^{m}) adossé au Mont-Leberon. Cette mollasse très épaisse se redresse en énormes écailles sur le flanc nord de l'anticlinal néocomien qu'elle recouvrait certainement en entier avant les érosions.

Le plateau de Buoux forme le point culminant de la route qui descend ensuite pour s'engager dans la combe et retrouve bientôt, sous la mollasse, les plaquettes ton-

griennes reposant elles-mêmes sur le calcaire compact *Urgonien*. Au centre de l'anticlinal apparaissent les calcaires *Barrêmiens* et même un petit noyau d'*Hauterivien*. A la sortie de la cluse, on voit s'appuyer sur le Crétacé une puissante écaille de *Burdigalien* comprenant à la base plusieurs lits de conglomérat à galets verts, puis une masse de sables verdâtres représentant le *Burdigalien inférieur*, enfin la Mollasse marno-calcaire très compacte, à Bryozoaires, *Lithothamnium*, et *Pecten præscabriusculus* du *Burdigalien supérieur*. On voit nettement en ce point les couches compactes du premier étage méditerranéen plonger en profondeur sous les sables et grès tendres du deuxième étage méditerranéen.

De Lourmarin à Cucuron, la route suit en longueur les sables et grès à *Pecten Gentoni* Font. et dents de Squales de la base du *Vindobonien* (*Helvétien*), au milieu desquels s'intercalent plusieurs bancs plus durs, lumachelliques à petits *Cardium* (zone à *Cardita Michaudi*). Sur ces sables reposent, en approchant de Cucuron, d'autres sables plus fins et plus marneux à *Pecten Fuchsi* Font., sur lesquels sont construites les maisons du village.

Fig. 11. — Coupe du synclinal miocène de Cucuron.

N. Calcaires néocomiens ; Miocène moyen : m^{2a}. Sables marneux à *Pecten Fuchsi* ; m^{2b}. Mollasse de Cucuron à *Pecten planosulcatus* et *Cardita Jouanneti* ; m^{2c}. Marnes de Cabrières d'Aigues ; Miocène supérieur : m^{3a}. Calcaires à *Helix Christoli* et *Melanopsis narzolina* ; m^{3b}. Limon rouge et cailloutis à *Hipparion gracile* (faune de Mont Leberon).

Entre Cucuron et le Mont-Leberon, dont l'arête horizontale se dresse à une petite distance vers le Nord, les étages supérieurs du Miocène sont disposés en un large synclinal (Fig. 11) dont l'étude est des plus intéressantes. Au-dessus de la Mollasse sablo-marneuse à *Pecten Fuchsi*, on observe :

Tortonien. — 1° *Mollasse de Cucuron* à *Pecten scabriusculus* Math., *P. planosulcatus* Math., *P. nimius* Font., formée d'une alternance de bancs marneux à moules de Bivalves et de bancs durs en saillie (ordinairement au nombre de trois principaux) riches en Pectinidés et en bancs d'Huîtres (*Ostrea Boblayei* Desh.).

2° *Marnes de Cabrières d'Aigues*, masquées dans cette coupe par les cultures (très fossilifères plus à l'Est à Cabrières).

Miocène supérieur (*Pontien*). — 3° Marnes blanchâtres et calcaires lacustres de la colline de Ratavoux ; riche faune terrestre et fluviatile : *Helix Christoli* Math., *H. Dufrenoyi* Math., *Succinea primæva* Math., *Melanopsis Narzolina* Bonelli, *Planorbis præcorneus* F. et T., *P. Matheroni* F. et T., *Limnæa Deydieri* Font., *L. cucuronensis* Font., etc.; dents de *Castor Jægeri* Kaup et d'*Hipparion gracile* Kaup.

4° *Limons rouges* alternant à diverses reprises avec des *cailloutis calcaires* d'origine locale qui finissent par dominer à la partie supérieure et forment la colline de l'Ermitage.

Les limons continentaux sont fossilifères en deux points, l'un à l'Ouest de Cucuron, près de *Vaugines*, l'autre à l'Est, à côté de la ferme de l'*Aumane* ; c'est ce dernier gisement qui a été l'objet des fouilles de M. Gaudry. On y trouve, parfois enchevêtrés les uns dans les autres en abondance : *Hipparion gracile* Kaup, *Sus major* Gerv., *Rhinoceros Schleiermacheri* Kaup, *Dinotherium giganteum* K. (rare), *Tragocerus amaltheus* Roth et W., *Gazella deperdita* Gerv., *Cervus Matheroni* G., *Hyæna eximia* Gaudry, etc., et des carapaces d'énormes Tortues terrestres (*Testudo leberonensis* Depéret).

Le grand ravin du Vabre, qui passe à côté du gisement de l'Aumane, donne, dans ses berges escarpées, une magnifique coupe du Miocène marin et continental, avec de beaux gisements du niveau des marnes de Cabrières. Mais c'est surtout dans de petits ravins creusés à l'ouest de ce village que se montre en abondance la *faune marine tortonienne* décrite par Fischer et Tournouer et par Fontannes; on y trouve surtout : *Murex striæformis* Mich., *Nassa Dujardini* Desh., *N. acrostyla* F. et T., *N. Cabrierensis* Font., *Mitra fusiformis* Broc., *Columbella turonica* Mayer, *Tudicla rusticula* Lam., *Genota ramosa* Bast., *Pleurotoma calcarata* Grat., *P. asperulata* Lam., *P. Jouanneti* Desm., *Conus Mercati* Br.,

Ancilla glandiformis Lam., *Terebra modesta* Defr., *Proto-rotifera* Lam., *Turitella pusio* F. et T., *Mesalia cabrierensis* F. et T., *Rotella subsuturalis* d'Orb., R. *mandarinus* F. et T., *Eastonia rugosa* Chemn., *Cardita lœviplana* Dep. et des bancs de grandes *Ostrea crassissima* Lam.

De Cabrières-d'Aigues à Pertuis, on traverse de nouveau les couches sableuses à *Pecten Gentoni* de la base du *Vindobonien*, qui vont reposer un peu à l'Est de cette dernière ville sur la Mollasse calcaire *burdigalienne*. Celle-ci, très réduite en ce point en épaisseur, s'appuie à son tour sur les calcaires gris lacustres de l'*Aquitanien*.

Liste des publications les plus importantes sur les terrains tertiaires du bassin du Rhône.

1855. MARCEL DE SERRES. — Procès-verbaux de la Société d'agriculture de Lyon (Nombreuses observations de Thiollière, Dumortier, Fournet et Jourdan).

1858. BENOIT. — Esquisse de la carte géologique de la Bresse et des Dombes *(Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. XV, p. 321).

1859. Réunion extraordinaire de la Société géologique à Lyon (compte-rendu des excursions à la Croix-Rousse, au Mont-d'Or, à la Fuly, à Saint-Fons et à Pont-d'Ain ; notes de Jourdan, Fournet, Dumortier, Thiollière, etc.) *(Bull. Soc. géol.*, 2e sér., t. XVI).

1864. Réunion extraordinaire de la Société géologique à Marseille ; comptes-rendus et notes de M. Matheron *(Bull. Soc. géol. Fr.*, 2e sér., t. XXII).

1866. FALSAN et LOCARD. — Description géologique du Mont-d'Or lyonnais, avec carte.

1871. C. MAYER. — Découverte des couches à Congéries dans le bassin du Rhône *(Vierteljahrschrift d. naturw. Ges. in Zurich)*.

1873. GAUDRY, FISCHER et TOURNOUËR. Animaux fossiles du Mont Leberon.

1874. TOURNOUËR. — Sur les terrains tertiaires supérieurs du bassin de Théziers et sur le niveau du *Potamides Basteroti* dans le bassin du Rhône. *(Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. II, p. 298).

1875. FONTANNES. — Etudes stratigraphiques pour servir à l'histoire de la période tertiaire dans le bassin du Rhône : I. Le vallon de la Fuly et les sables à Buccins des environs d'Heyrieu.

1876. FONTANNES. — Id. : II. Les terrains tertiaires supérieurs du Haut-Comtat Venaissin.

» DE SAPORTA et MARION. — Recherches sur les végétaux fossiles des tufs de Meximieux, avec une introduction stratigraphique sur les terrains tertiaires et quaternaires du bassin du Rhône, par M. Falsan *(Archives du Muséum de Lyon*, t. I).

1876-79. LORTET et CHANTRE. — Etudes paléontologiques dans le bassin du Rhône : I. Période quaternaire (*Arch. Mus.*, Lyon, t. I). II. Recherches sur les Mastodontes et les faunes mammalogiques qui les accompagnent (Id., t. II).
1877. TOURNOUËR. — Observations sur les terrains tertiaires de la Bresse (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. V, p. 732).
1878. FONTANNES. — Etudes stratigraphiques. III. Le bassin du Visan. — IV. Les terrains néogènes du plateau de Cucuron.
» LOCARD. — Description de la faune de la Mollasse marine et d'eau douce du Lyonnais et du Dauphiné (*Arch. Mus. Lyon.*, t. II).
» FALSAN et LOCARD. — Notes sur les formations tertiaires et quaternaires des environs de Miribel (*Ann. Soc. agric. Lyon*).
1879. FONTANNES. — Etudes stratigraphiques. V. Descriptions de quelques espèces nouvelles ou peu connues.
1880. FONTANNES. — Etudes stratigraphiques. VI. Le Bassin de Crest.
» FALSAN et CHANTRE. — Monographie des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône, avec atlas de cartes.
1881. FONTANNES. — Note sur la position stratigraphique des couches à Congéries de Bollène et des marnes à lignites d'Hauterives (*Ann. Soc. agric. Lyon*, 5e sér., t. IV).
» FONTANNES. — Etudes stratigraphiques. VII. Les terrains tertiaires de la région delphino-provençale du bassin du Rhône.
1882. TOURNOUËR. — Nouvelles observations sur les terrains bressans. (*Bull. Soc. géol. France*, 3e sér., t. X, p. 256).
» FONTANNES. — Nouvelles observations sur les terrains tertiaires et quaternaires de l'Isère, de la Drôme et de l'Ardèche (*Ann. Soc. agric. Lyon*, 5e sér., t. VI).
1883. LOCARD. — Recherches paléontologiques sur les dépôts à *Vivipara* et à *Milne-Edwarsia Terveri* du pliocène inférieur de l'Ain (*Ann. Soc. hist. nat.* Mâcon, 5e sér., t. VI).
1884. FONTANNES. — Etudes sur les terrains pliocènes et quaternaires du plateau de la Bresse dans les environs de Lyon (*Ann. Soc. agric.*, 5e sér., t. VII).
1885. FONTANNES. — Etudes stratigraphiques. VIII. Le groupe d'Aix dans le Dauphiné, la Provence et le Bas-Languedoc, avec description sommaire de la faune.
» DELAFOND. — Note sur les sables à *Mastodon arvernensis* de Trévoux et de Montmerle (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. XIII, p. 161).

1886. FONTANNES. — Les terrains tertiaires et quaternaires du promontoire de la Croix-Rousse à Lyon (*Arch. Mus. Lyon*, t. IV).
» C. DEPÉRET. — Recherches sur la succession des faunes de vertébrés miocènes du bassin du Rhône (*Arch. Mus., Lyon*, t. IV).
1887. DELAFOND. — Note sur les tufs de Meximieux (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e sér., t. XV, p. 62).
» DELAFOND. — Note sur les alluvions anciennes de la Bresse et des Dombes (Id., p. 65).
1889. C. DEPÉRET. — Notes stratigraphiques sur le bassin tertiaire de Marseille (*Bull. serv. carte géol. Fr., n° 5*).
» C. DEPÉRET et FONTANNES. — Etudes stratigraphiques. IX. Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence. 1re partie.
1890. C. DEPÉRET. — Sur l'âge des sables et argiles bigarrés du Sud-Est (*C. R. Ac. sc. Paris*, 8 déc.)
» Id. — Note sur le pliocène et sur la position stratigraphique des couches à Congéries de Théziers (*Bull. carte géol. Fr.*, n° 16).
1892. C. DEPÉRET et FONTANNES. — Etudes stratigraphiques. X. Les terrains tertiaires marins de la côte de Provence, 2e partie.
» C. DEPÉRET. — La faune de Mammifères miocènes de La Grive-Saint-Alban (*Arch. Mus. Lyon*, t. V.).
1893. C. DEPÉRET. — Sur la classification et le parallélisme du système Miocène (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3e série, t. XXI, p. 170).
» BOISTEL. — La faune de Pikermi à Ambérieu (*Bull. Soc. géol.*, 3e sér., t. XXI, p. 296).
» DELAFOND et DEPÉRET.— Les terrains tertiaires de la Bresse et leurs gîtes de lignite et de minerai de fer (Service des topographies souterraines du Ministère des travaux publics) avec carte.
1894. C. DEPÉRET. — Sur un gisement sidérolithique de Mammifères de l'Eocène moyen à Lissieu, près Lyon (*C. R. Ac. sc. Paris*, 9 avril).
» Réunion extraordinaire de la Société géologique dans les régions de Lyon et de Bollène (Compte-rendu des excursions. (*Bull. Soc. géol.* t. XXII).
» Id. Note sur les groupes Eocène inférieur et moyen de la vallée du Rhône (*Bull. Soc. géol.*, t. XXII, p. 683) avec carte.

1894. Id. Note paléontologique complémentaire sur les terrains tertiaires de la Bresse (*Bull. Soc. géol.*, t. XXII, p. 712).
1895. Id. Aperçu sur l'histoire de la structure de la vallée du Rhône. (*Annales de géographie*).
1896. Id. Notes sur les fossiles oligocènes de Barrême. (*Bull. Soc. géol.* t. XXIII, p. 876).
1897. Id. Note sur les fossiles miocènes du conglomérat de Pierre-Longue, près Avignon (*Bull. Soc. géol.*, t. XXIV, p. 516).
1898. Vasseur. — Note préliminaire sur la constitution géologique du bassin tertiaire d'Aix-en-Provence (*Ann. Fac. sc., Marseille*, t. VIII).
1899. Gaillard. — Mammifères miocènes nouveaux du Miocène de la Grive-Saint-Alban (*Arch. Mus. Lyon*, t. VII).

ENVIRONS DE DIGNE ET DE SISTERON

EXCURSION SOUS LA CONDUITE DE

M. Émile HAUG

Principaux Ouvrages a Consulter

A. Garnier et Ch. Vélain. — Réunion extraordinaire à Digne, du 8 au 18 septembre 1872. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2e sér., t. XXIX, p. 597-747, pl. VIII-XI. Paris, 1873, au siège de la Société géologique.

W. Kilian. — Etudes géologiques dans les Alpes occidentales. I. Description géologique de la montagne de Lure. *Annales des Sciences géol.*, t. XIX et XX, 458 p., 3 cartes, 3 photot., 3 pl. foss. Paris, 1888, G. Masson.

E. Haug. — Les chaînes subalpines entre Gap et Digne. Contribution à l'histoire géologique des Alpes Françaises. *Bull. Serv. Carte géol.*, n° 21, 197 p., 4 pl. Paris, 1891, Baudry et Cie.

E. Haug. — De la coexistence, dans le bassin de la Durance, de deux systèmes de plis conjugués, d'âge différent. *C. R. Acad. Sc.*, 17 juin 1895.

Ph. Zürcher. — Note sur la structure de la région de Castellane. *Bull. Serv. Carte. géol.*, n° 48, 37 p., 3 pl. Paris, 1895, Baudry et Cie.

W. Kilian et Ph. Zürcher. — Réunion extraordinaire dans les Basses-Alpes, du mardi 17 sept. au jeudi 26 sept. 1893. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., t. XXIII, p. 633-997, pl. XI-XXVII. Paris, 1896, au siège de la Société géologique.

E. Haug. — La région de contact de la Haute-Provence et du Gapençais avec la zone du Diois, entre les vallées transversales de l'Asse et de la Durance. Etude tectonique. *Bull. Serv. Carte géol.* n° ... (en préparation).

— Feuille de Digne (et, pour la deuxième journée, de Castellane) du Service de la Carte géologique détaillée de France. Paris, 1899, Baudry et Cie.

L'excursion n° XII *b* a pour but :

1° de permettre l'étude tectonique de quelques points situés au contact des Chaînes Subalpines et des Hautes Chaînes ;

2° de faire connaître les faciès des terrains secondaires dans les environs de Digne et de Sisteron ;

3° de faire visiter aux participants plusieurs lambeaux de terrains tertiaires qui ont été affectés par les plissements alpins.

Les localités figurant au programme se trouvent dans le voisinage du contact des Chaînes Subalpines connues sous la dénomination de *zone du Diois* avec le bord externe d'une zone tectonique que l'auteur de cette notice a appelée *zone delphino-provençale* et qui comprend deux régions naturelles bien distinctes, le *Gapençais* et la *Haute-Provence*.

Les plis du Diois ont en général une direction W.-E. et la terminaison orientale de quelques-uns d'entre eux, qui tend à prendre la direction S.W.-N.E., pénètre profondément dans une région de structure très compliquée, où ces plis viennent se croiser avec les plus extérieurs des plis de la Haute-Provence, dirigés ceux-ci N.W.-S.E. Ces deux systèmes de plis conjugués ne sont pas du même âge. Si, en effet, l'on reconstitue les bandes anticlinales et les bandes synclinales dans le substratum des couches oligocènes, on reconnaît que ces bandes, grossièrement parallèles entre elles, possèdent la même direction que les plis du Diois et que ceux-ci ne sont que l'exagération de plis antéoligocènes. Le dessin des plis conjugés N.W.-S.E. date, par contre, exclusivement de la fin du Miocène, mais il a subi une déformation considérable du fait de l'existence des plis antéoligocènes.

Sous l'influence de poussées énergiques dans la direction N.E.-S.W. les plis du bord alpin se sont, presque partout, tranformés en plis-failles, d'où il est résulté une disposition imbriquée des assises (« Schuppen-Structur »), qui se traduit par des lignes de contact anormal. Dans plusieurs cas, ces lignes s'arrêtent brusquement à l'approche des anticlinaux du système antéoligocène ; dans d'autres, elles sont déviées et leur prolongement épouse la direction du pli ancien, de sorte qu'elles décrivent des courbes festonnées, dont les rebroussements coïncident avec l'axe des anticlinaux antéoligocènes.

Les convexités des lignes de contact anormal correspondent, par contre, aux bandes synclinales.

Nous visiterons le synclinal W.-E. de Tanaron, qui est situé sur l'emplacement d'un anticlinal antéoligocène et le demi-synclinal de Faucon, qui est dans le même cas et a déterminé la déviation du bord extérieur du Gapençais du N.W.-S.E. au S.W.-N.E.

Nous aurons l'occasion d'apprendre à connaître, dans les environs de Digne et de Sisteron : le Trias, tous les termes du système jurassique et les termes inférieurs du Crétacé.

Le *Trias* de la région comprend trois subdivisions dont le synchronisme avec les subdivisions classiques n'est qu'approximatif. Les « Quartzites » du Trias inférieur forment deux petits lambeaux de recouvrement près de Nibles. Le Muschelkalk se présente avec les caractères qui lui sont propres dans toute la région des Alpes occidentales ; comme dans le Briançonnais, les calcaires sont souvent transformés en gypse. Les argilolithes rouges et vertes du Trias supérieur contiennent à Tanaron et à Lambert des intercalations lenticulaires de gypse d'origine vraisemblablement sédimentaire.

Le *Rhétien*, constitué par des bancs de calcaires noirs ou bruns, souvent à l'état de lumachelle, forme un horizon constant dans toute la région. *Avicula contorta* et d'autres Lamellibranches y sont assez fréquents.

Le *Lias* proprement dit est représenté par deux faciès bien différents : le « faciès provençal » et le « faciès dauphinois ». Le faciès provençal ou rhodanien, développé dans l'ouest et dans le sud de la région, comprend surtout une série de calcaires zoogènes, riches en Lamellibranches et en Crinoïdes, avec des intercalations de marnes plus ou moins développées. Ce sont des dépôts de mer peu profonde (type néritique). Le faciès dauphinois comprend une partie inférieure, constituée par des calcaires noirs compacts, c'est le « Lias calcaire », correspondant au Lias inférieur et moyen ; et une partie supérieure, constituée par des schistes noirs, associés quelquefois à des marnes, c'est le « Lias schisteux ». Les rares fossiles sont presque exclusivement des Céphalopodes (type calcaréo-vaseux ou bathyal). Le passage de ce faciès, développé dans l'est de la région, au faciès provençal, s'effectue d'une manière assez brusque.

A partir du *Jurassique moyen* les changements de faciès ne se manifestent plus que dans la région située au sud de Chabrières (v. 2e journée); au nord et à l'est de cette localité et jusqu'aux limites de la zone du Briançonnais, les dépôts secondaires ne présentent plus désormais que des faciès calcaréo-vaseux à Céphalopodes.

Dans les excursions aux environs de Digne nous aurons l'occasion d'étudier plus particulièrement la succession des niveaux paléontologiques du Dogger, énumérés dans le tableau ci-dessous, en même temps que ceux des étages plus élevés de la série jurassique.

RAURACIEN.	Z. à *Peltoceras bimammatum*	(Chabrières).
OXFORDIEN.	Z. à *Peltoceras transversarium* (*Toucasianum*)	(Chabrières).
	Z. à *Aspidoceras perarmatum*	(la Motte-du-Caire, manque à Chabrières).
CALLOVIEN.	Z. à *Peltoceras athleta* }	(la Motte-du-Caire, Chaudon, Norante; manquent à Chabrières).
	Z. à *Reineckeia anceps* }	
	Z. à *Macrocephalites macrocephalus*	(Chabrières).
BATHONIEN (1).	Z. à *Oppelia aspidoides*	(Chaudon).
	{ Z. à *Oppelia fusca*	(Bas-Auran près Norante).
BAJOCIEN.	{ Z. à *Cosmoceras subfurcatum*	(Chaudon).
	{ Z. à *Witchellia Romani*	(Beaumont près Digne).
	{ Z. à *Sphæroceras Sauzei* }	(Truyas près Digne).
	{ Z. à *Witchellia læviuscula* }	
AALENIEN.	{ Z. à *Harpoceras concavum*	(Truyas).
	{ Z. à *Harpoceras Murchisonæ*.	
	Z. à *Harpoceras opalinum*.	
	Z. à *Dumortieria pseudoradiosa*.	

Pour ce qui concerne les termes supérieurs du Jurassique et les dépôts du Crétacé inférieur, je renvoie aux beaux travaux que M. Kilian a consacrés à ces terrains.

La *Mollasse rouge oligocène* repose indistinctement sur tous les étages, depuis le Callovien jusqu'au Cénomanien. Pour ce qui a trait à la *Mollasse marine miocène*, je renvoie à l'itinéraire de l'excursion de Tanaron (3e journée).

(1) Les zones réunies par une accolade constituent une unité lithologique, ce sont des calcaires compacts gris en bancs réguliers alternant avec des marnes.

HUITIÈME JOURNÉE. — **Vendredi 7 septembre**

Environs immédiats de Digne.

(LIAS, BAJOCIEN, CAILLOUTIS PLIOCÈNES)

Une partie de la matinée pourra être consacrée à une course dans les environs immédiats de Digne. On étudiera derrière le Lycée, sur le chemin du Cousson, le contact anormal entre les terrains secondaires et les conglomérats pontiens. On étudiera également le Rhétien et le Lias inférieur (calcaire à Gryphées fossilifères).

Après déjeuner, vers 1 heure, départ à pied pour Truyas, par la route de Barcelonnette, le long du ruisseau du Marderic, sur les deux rives duquel on verra successivement, grâce au plongement régulier vers le N.E., les différents termes du Lias, que nous retrouverons d'ailleurs les jours suivants. Voir le tableau ci-dessous.

LIAS SUPÉRIEUR.	Marnes schisteuses noires, grumeleuses, avec *Turbo capitaneus, Trochus subduplicatus, Lucina murvielensis, etc.* Schistes à *Cancellophycus*, avec intercalations de nodules ferrugineux, aplatis, à *Hildoceras bifrons*.
LIAS MOYEN.	c. Calcaires spathiques à *Amaltheus spinatus*, avec *Belemnites breviformis*, *Pecten æquivalvis*. b. Marnes et marno-calcaires à *Amaltheus margaritatus*, avec *Tisoa siphonalis*. a. Calcaires zoogènes, avec silex, se terminant par un banc durci, avec *Ægoceras capricornu*, *Lytoceras fimbriatum*, etc.
LIAS INFÉRIEUR.	Calcaires noirs bréchoïdes, avec lits marneux. Calcaires noirs en bancs minces, avec *Arnioceras semicostatum*, *Belemnites acutus*, *Pentacrinus tuberculatus*, *Gryphæa arcuata*. Calcaires noirs à surface ondulée, avec *Arietites Bucklandi*, *Gryphæa arcuata*. Calcaires noirs à *Schlotheimia angulata* (Tanaron). Marno-calcaires à *Psiloceras*.

Les calcaires à silex constituant la partie inférieure du Lias moyen sont exploités dans une grande carrière, mais les seuls fossiles que l'on y recueille sont de rares Bélemnites.

A 2 kilom. de Digne, nous commençons l'étude du Dogger. Les zones inférieures de l'Aalénien présentent les mêmes caractères lithologiques que le Lias supérieur, auquel elles ont été réunies sur la carte. La zone à *Harpoceras Murchisonæ* comprend les premiers bancs calcaires, qui font corniche au-dessus de la série marneuse et sont peu fossilifères. La zone supérieure, que M. Buckman a désignée sous le nom de zone à *Harpoceras concavum* et dont il avait nié l'existence sur le Continent, est représentée, au quartier de Truyas et en plusieurs autres points des environs de Digne, par des calcaires très marneux, renfermant les espèces les plus caractéristiques de la zone : *Harpoceras concavum* Sow., *Haplopleuroceras subspinatum* Buckm., *Erycites fallax* Ben., ainsi que plusieurs formes exclusivement méditerranéennes, appartenant aux genres *Phylloceras* et *Lytoceras*. L'état de conservation des échantillons laisse malheureusement beaucoup à désirer (1).

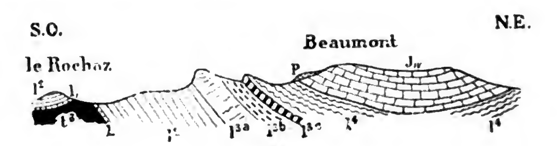


Fig. 1. — Coupe de Digne au plateau de Beaumont.

t^3, Trias supérieur ; l_1, Rhétien ; l^2, Lias inférieur ; l^{3a}, calcaires siliceux du Lias moyen ; l^{3b}, marnes à *Amaltheus margaritatus* ; l^{3c}, calcaires spathiques à *Amaltheus spinatus* ; l^4, Lias supérieur ; J_{IV}, Bajocien ; P, cailloutis pliocènes.

Le Bajocien proprement dit est constitué par des alternances régulières de bancs calcaires et de lits marneux. Les deux zones inférieures, à *Witchellia læviuscula* et à *Sphæroceras Sauzei*, n'ont pu encore être séparées dans les environs de Digne. La localité de Truyas, qui a fourni à plusieurs collectionneurs de fort belles séries, est aujourd'hui à peu près épuisée. Pour étudier la suite de la coupe, il faudrait s'élever à une certaine hauteur au-dessus de la vallée, car, à partir de Truyas, les couches plongent, non plus vers le

(1) Voir la liste des espèces dans Haug, Chaines subalpines, p. 67.

N.E., mais vers le S.W., formant un petit synclinal, de sorte que bientôt on voit de nouveau affleurer le Lias supérieur, qui forme la base des coteaux de Marcoux.

Nous traversons le Marderic et nous gravissons la colline située vis-à-vis du quartier de Truyas (fig. 1). Au sommet, nous rencontrons la ferme de Beaumont, à côté de laquelle se trouve le célèbre gisement des Ammonites ferrugineuses de la zone à *Witchellia Romani*. L'espèce qui a donné son nom à la zone est fort rare, mais on recueille en abondance : *Phylloceras disputabile* Zitt., *Ph. Circe* Héb., *Ph. Velaini* Mun.-Ch., *Pœcilomorphus cycloides* d'Orb., *Sphæroceras polymerum* Waag., *Cœloceras subcoronatum* Opp. La zone supérieure du Bajocien affleure au N. E. de Beaumont, mais nous l'étudierons de préférence à Chaudon, dans la course de Norante.

La localité de Beaumont est encore remarquable par la présence d'un lambeau de graviers pliocènes à galets altérés, que l'on peut assimiler au « Deckenschotter » et dont on trouve encore plusieurs témoins dans les environs de Digne. Ce sont les restes d'une terrasse située à environ 200 mètres au-dessus du lit actuel de la Bléone.

Avant de quitter Beaumont nous jetons un coup d'œil rétrospectif sur la vallée du Marderic. C'est une véritable « vallée morte », décapitée ; le torrent du Rouinenc, qui la traversait à une époque assez récente, ayant été capté par la Bléone. Le ruisseau du Marderic, malgré ses crues assez redoutées des habitants de Digne, eût été incapable de creuser la vallée qui lui sert de lit.

Nous retournons à Digne, soit par le même chemin, soit, si l'heure n'est pas trop avancée, en descendant dans le vallon de Mirouès, où nous retrouvons la même succession des couches du Lias.

Coucher à Digne.

NEUVIÈME JOURNÉE. — Samedi 8 septembre

Environs de Chabrières et de Norante.

(FEUILLE DE CASTELLANE)

Avec le concours de M. ZÜRCHER

(SÉRIE COMPLÈTE DU JURASSIQUE, NÉOCOMIEN, MIOCÈNE, TECTONIQUE)

Départ de Digne à 7 h. 5 par le train du Sud.

Nous traversons une région de collines constituée par les conglomérats pontiens, au milieu desquels pointent deux petits dômes de Mollasse marine. La masse triasique et liasique du Cousson, que nous contournons, est le bord d'une « écaille » refoulée sur les terrains tertiaires.

A la station de Mézel nous montons en voiture et nous suivons la route de Barrême. Nous traversons d'abord le bord occidental d'un dôme, dont les parties sud-est et est sont recouvertes par des chevauchements de couches plus anciennes. Nous coupons ainsi successivement : des couches lacustres miocènes à *Helix sylvana*, au milieu desquelles se trouve intercalé un banc marin à *Ostrea crassissima* ; les marnes et les calcaires marneux de l'Aptien ; le Barrémien très fossilifère ; l'Hauterivien glauconieux à *Hoplites radiatus* ; les calcaires marneux valanginiens à *Toxaster* ; les marno-calcaires berriasiens ; enfin les calcaires presque verticaux du Jurassique supérieur, que perce le tunnel du chemin de fer et que l'Asse traverse dans une gorge étroite, connue sous le nom de « clue de Chabrières ». On remarque aussi en route deux beaux cônes de déjection, formés par des torrents qui descendent des flancs du Cousson. Après les calcaires bréchiformes ou compacts, qui représentent le Portlandien, le Kimeridgien et le Séquanien, on traverse des marno-calcaires bien stratifiés à *Peltoceras bimammatum*, puis des calcaires grumeleux très fossilifères, qui affleurent près de la sortie du tunnel et qui renferment une faune argovienne extrêmement riche.

Les principales espèces que l'on rencontre dans cette célèbre localité sont les suivantes :

Phylloceras tortisulcatum d'Orb., *Ochetoceras arolicum* Opp., *Cardioceras alternans* Buch, *Perisphinctes plicatilis* d'Orb., *Peltoceras Toucasianum* d'Orb., *Aspidoceras Œgir* Opp., *Collyrites friburgensis* Oost.

Ces calcaires grumeleux de l'Oxfordien supérieur reposent immédiatement sur les couches à *Macrocephalites macrocephalus*, c'est-à-dire sur le Callovien inférieur. La lacune est d'autant plus remarquable que les marnes callovo-oxfordiennes affleurent non loin de là, mais la même lacune existe dans beaucoup de localités de l'Europe occidentale, comme par exemple dans les Alpes de Glaris, dans les Préalpes Romandes, sur le bord septentrional et oriental du Massif central, dans les Alpes-Maritimes, dans l'Aragon, etc.

Les calcaires marneux de la zone à *Macrocephalites macrocephalus* sont très fossilifères; on y trouve surtout :

Phylloceras Hommairei d'Orb., *Macrocephalites macrocephalus* Schloth., *M. tumidus* Rein., *Perisphinctes furcula* Neum.

Plus loin, nous observons des calcaires spathiques à *Plagiostoma Hersilia*, qui appartiennent au Bajocien.

L'intérêt stratigraphique des environs de Chabrières réside surtout dans la présence, à certains niveaux de la série secondaire, de faciès inconnus dans les parties des Basses-Alpes situées plus au nord et plus à l'est et par contre très caractéristiques de la partie méridionale du département et des régions attenantes des Bouches-du-Rhône et du Var. Le Bajocien spathique, l'Oxfordien grumeleux, le Néocomien glauconieux et le Néocomien à *Toxaster*, le Cénomanien à *Exogyra columba* atteignent ici leur limite nord-est. Au delà de Chabrières, les faciès sublittoraux (type néritique) font place aux faciès vaseux (type bathyal).

L'intérêt tectonique des environs de Chabrières est non moins considérable. M. Zürcher, qui dirigera cette partie de l'excursion, a bien voulu rédiger pour le Livret-Guide la note suivante :

NOTE SOMMAIRE SUR LA TECTONIQUE DES ENVIRONS DE CHABRIÈRES (Basses-Alpes)

Chabrières, pour en résumer tout de suite les particularités de structure, est un véritable « rendez-vous » de plis :

on peut y observer, en effet, en partant de l'emplacement même du hameau, la continuation du Trias qui en constitue le sol et de l'Infralias voisin sous forme d'affleurements qui s'étendent dans plusieurs directions et marquent ainsi les parties centrales d'autant d'anticlinaux (fig. 2).

Le plus important de ces affleurements est celui qui s'étend vers le S.W., occupe la dépression dans laquelle passe le chemin de Beynes et comprend une grande masse de Muschelkalk, qui forme l'extrémité nord de la crête du signal de Beynes. Près de Chabrières, ce pli montre d'abord un flanc assez complet, dont fait partie la grande masse jurassique de la Clue, apposé à un flanc étiré, formé d'une bande d'Infralias et de Lias. En avançant vers le S.W. pour suivre le pli, on voit apparaître et se développer les couches appartenant au flanc S.E. du pli (voir les coupes successives fig. 3). Le pli se bifurque ensuite, une branche de grande importance se dirige au S. en se déversant fortement vers l'W., et vient ainsi recouvrir l'autre branche, beaucoup moins intense et presque symétrique, dont l'axe va en s'abaissant et se montre successivement formé de Jurassique supérieur, de Crétacé et de Tertiaire.

Une deuxième pointe de Trias s'avance presque directement au S. et longe le vallon qui reçoit les eaux venant du col de Font-Dinant, à l'E. du signal de Beynes. Cette bande triasique s'arrête d'ailleurs rapidement et l'anticlinal qu'elle jalonne se continue par une ligne de discontinuité qui montre le Jurassique supérieur au contact du Tertiaire, et se continue vers le S., dans les mêmes conditions, sur une notable longueur.

On suit une troisième ligne d'apparition du Trias en gravissant le sentier en lacets qui mène à Creisset et s'éloigne peu de la dépression occupée par le Trias et l'Infralias. Le flanc ouest de cet anticlinal, très étiré, montre à l'origine le Trias en contact avec le Jurassique supérieur ; plus loin il s'intercale une épaisseur souvent notable de Jurassique marneux. Le flanc est, au départ des bords de l'Asse, est presque complet jusqu'au Néocomien ; plus loin, vers Creisset, le Jurassique marneux forme le terme le plus élevé de la série.

Au N.E. de Chabrières une quatrième bande de Trias et

Fig. 2 — Schéma des plis aux environs de Chabrières.

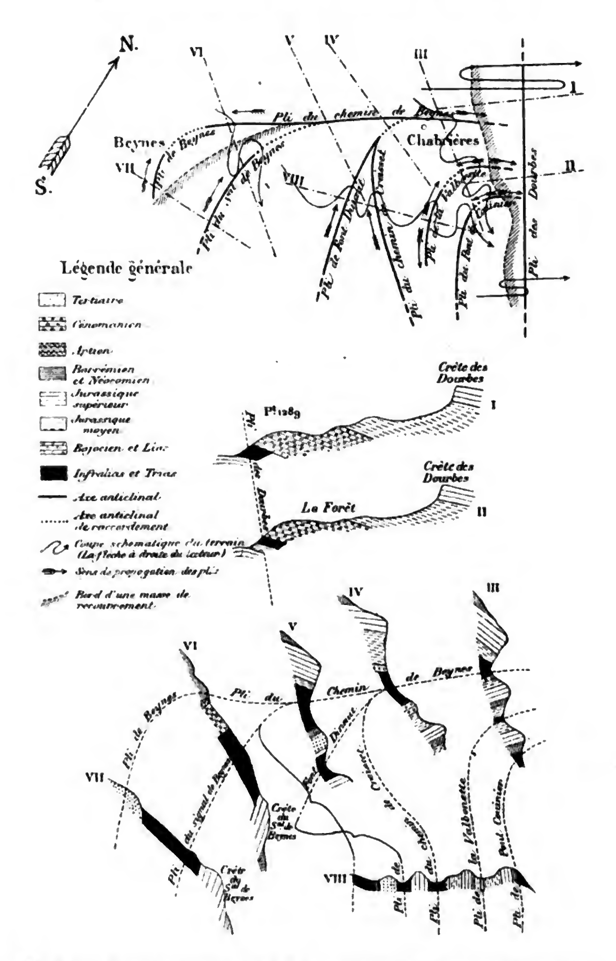


Fig 3 — Coupes de la même région (empruntées à Ph. Zürcher, Réun. extr. dans les Basses-Alpes, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 3e sér., t. XXIII, pl. XXI).

d'Infralias, plus ou moins discontinue, se montre au pied de la grande falaise de Lias qui forme le soubassement de la chaîne des Dourbes, s'étend vers le N.W., vers les escarpements du Cousson et Digne, et forme une masse de recouvrement constituant le flanc normal supérieur, dont on peut voir avec la plus grande netteté, au-dessus de Norante, l'atténuation graduelle et la transformation en un anticlinal complet presque droit.

Deux autres plis viennent aboutir près de Chabrières :

Le premier est nettement marqué par une boutonnière d'Infralias qui affleure au fond du bassin de la Valbonnette et qu'on peut bien voir de la route de Chabrières à Barrême.

L'autre, plus compliqué et plus étendu, est jalonné par une bande de Lias, Infralias et Trias, qui part du pont du Couinier et va, en se bifurquant, aboutir près du hameau de Champagne au-dessus de Norante.

La fig. 3 représente les coupes de ces divers plis et la fig. 2 leur disposition en plan.

On peut résumer ainsi qu'il suit les faits qui découlent de l'observation de ce remarquable ensemble :

Les directions des plis peuvent être classés en deux groupes, dont les directions se rapprochent des orientations orthogonales N. 40° W. et N. 50° E.

Entre ces éléments rectilignes existent des plis de raccordement à courbure relativement accentuée.

Le pli correspondant à la chaîne des Dourbes est indépendant des plis voisins.

Après avoir étudié sur le terrain ces dislocations remarquables, nous remontons en voiture. Avant d'arriver à Norante, nous ne nous arrêtons plus que pour examiner sur la rive gauche de l'Asse des calcaires noirs très compacts appartenant au Toarcien, comme l'atteste la présence des espèces suivantes récoltées par M. Zürcher et déterminées par M. Haug :

Grammoceras fallaciosum Bayle, *Gr. toarcense* d'Orb., *Gr. aff. quadratum* Qu., *Haugia variabilis* d'Orb., *H. Eseri* Opp.

A Norante, nous nous trouvons en face de l'anticlinal de Chaudon. Ce pli, dont l'axe est parallèle à la crête des

Dourbes, est déversé vers le S.W. Il affecte le Trias supérieur, tout le Jurassique et le Crétacé inférieur. A l'est de Norante, ses deux flancs sont également développés ; vers le N.W. le flanc inverse est étiré, le pli se transforme en pli-faille et le Trias, qui constitue le noyau, vient successivement reposer en contact anormal sur le Jurassique moyen, sur les divers plis de Chabrières, sur le dôme que nous avons traversé avant d'arriver à cette localité et sur les conglomérats pontiens. On suit la surface de discontinuité jusqu'à Digne, au pied de la montagne du Cousson.

Le pli est particulièrement net sur la route de Chaudon, que nous suivons maintenant, en coupant la série renversée du Lias. Le Lias moyen présente les mêmes caractères qu'à Digne et à la Robine; le Lias supérieur est à l'état de calcaires marneux, bien stratifiés, renfermant des *Harpoceras* indéterminables.

Nous nous élevons jusqu'au troisième ravin, où se trouve, dans le Bajocien du flanc normal, un gisement remarquable de la zone à *Cosmoceras subfurcatum*. On rencontre surtout les espèces suivantes :

Phylloceras Velaini Mun.-Chalm., *Ph. disputabile* Zitt., *Ph. mediterraneum* Neum., avec son péristome, *Ph. viator* d'Orb., *Oppelia subradiata* d'Orb., *Cosmoceras subfurcatum* Ziet., *C. Garantianum* d'Orb., *C. baculatum* Qu., *Parkinsonia Parkinsoni* Sow.

Nous redescendons à Norante et nous prenons le train à 2 heures pour nous rendre à la halte de Poil-Majastres, d'où nous gagnons le ravin du Bas-Auran, gisement du Bathonien inférieur (zone à *Oppelia fusca*), célèbre par la beauté et l'abondance des fossiles. Les espèces les plus communes sont :

Phylloceras disputabile Zitt., *Ph. Kunthi* Neum., *Lytoceras tripartitum* Rasp., *Lissoceras psilodiscus* Schlönb., *Oppelia fusca* Qu., *Parkinsonia Parkinsoni* Sow., *Perisphinctes procerus* Schlœnb., *Morphoceras polymorphum* d'Orb.

Nous reprenons le train et nous rentrons directement à Digne vers 6 heures du soir.

Dixième journée. — **Dimanche 9 septembre**

Digne à Tanaron A. R.

(TRIAS, LIAS, MOLLASSE ROUGE OLIGOCÈNE, MIOCÈNE, TECTONIQUE)

Départ de Digne à 5 h. 1/2 en voiture, par la route de la Robine, en remontant la Bléone jusqu'au confluent du Bès, puis cette rivière elle-même jusqu'au pont de Tanaron.

L'horizon est constamment limité vers l'est par le chaînon liasique du Blayeul, dont la crête est d'abord orientée N.-S., puis N.N.E.-S.S.W. A partir du confluent du Galabre on constate que le pied de l'escarpement est marqué par une ligne de contact anormal, dont la direction est sensiblement parallèle à la crête. On voit affleurer une bande de Trias supérieur assez continue, qui est refoulée sur des terrains variés. On suit d'abord le pli de Champourcin (fig. 4), paral-

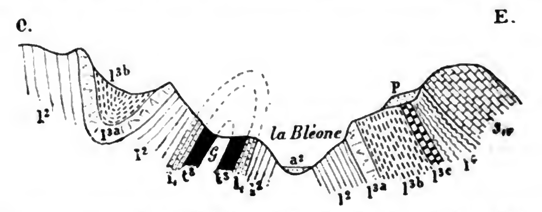


Fig. 4. — Coupe de l'anticlinal de Champourcin (empruntée à Haug, Chaînes subalpines, pl. IV, fig. 4).

G, gypses ; t^3, Trias supérieur ; l_1, Rhétien ; l^2, Lias inférieur ; l^{3a}, calcaires siliceux du Lias moyen ; l^{3b}, marnes à *Amaltheus margaritatus* ; l^{3c}, calcaires spathiques à *Amaltheus spinatus* ; l^4, Lias supérieur ; J_{IV}, Bajocien ; p, cailloutis pliocènes ; a^2, alluvions modernes.

lèle au chaînon du Blayeul, et l'on voit les grandes dalles fossilifères des calcaires à *Gryphaea arcuata* plonger uniformément vers la route. On pénètre ensuite dans la cuvette synclinale de la Robine (fig. 5), un des accidents tectoniques les plus curieux des Basses-Alpes. Sur trois côtés le bord de la cuvette est formé par des affleurements de Trias supérieur, de Rhétien, de Lias inférieur. Le Lias moyen, avec ses trois termes, que nous avons appris à connaître à Digne, forme des bandes concentriques entièrement fermées. Le

centre de la cuvette est occupé par les marnes noires du Lias supérieur et par un témoin isolé de Bajocien. Le Bès entame le bord oriental, qui est chevauché par « l'écaille » du Blayeul, de sorte que le Rhétien vient à reposer en contact anormal sur les marnes à *Amaltheus margaritatus*.

Nous mettons pied à terre au confluent du Galabre et du Bès pour observer la surface de contact de ces marnes avec les calcaires à silex sous-jacents. La face supérieure du dernier banc calcaire est corrodée, durcie, enduite d'hydroxyde de fer, c'est un véritable « hard ground ». Les Bélemnites y sont extraordinairement abondantes et on y rencontre également des Ammonites, caractéristiques de la zone à *Ægoceras capricornu*. Ce niveau possède dans la région une très grande extension. Les calcaires spathiques de la zone à *Amaltheus spinatus* sont plus fossilifères qu'à Digne.

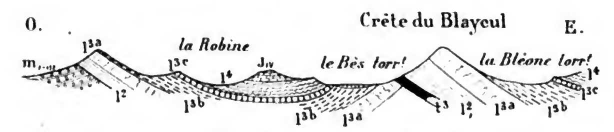


Fig. 5. — Coupe de la cuvette synclinale de la Robine.

t^3, Trias supérieur ; l^2, Rhétien et Lias inférieur ; l^{3a}, calcaires siliceux du Lias moyen ; l^{3b}, marnes à *Amaltheus margaritatus* ; l^{3c}, calcaires spathiques à *Amaltheus spinatus* ; l^4, Lias supérieur ; J_{IV}, Bajocien.

Remontés en voiture après avoir franchi le torrent du Galabre, nous traversons le bord nord-est de la cuvette et nous recoupons les mêmes couches en sens inverse. Sous le Trias supérieur, représenté par des argilolithes rouges, des cargneules et des gypses, nous rencontrons une importante bande de Muschelkalk. Nous pénétrons ensuite dans « l'écaille » du Blayeul, qui déborde momentanément sur la rive gauche du Bès, formant la colline sur laquelle est pittoresquement perché le village de Tanaron. A la base du Lias se trouve un gisement assez riche de fossiles de la zone à *Schlotheimia angulata*.

La route nous conduit jusqu'au pont situé au débouché du ravin d'Aigue-Belle. Quittant les voitures, nous gravissons la colline de Tanaron par un sentier dont les lacets coupent constamment une bande étroite de Rhétien, séparant le

Trias du Lias inférieur. Dès la montée, nous jouissons d'une vue superbe sur un des coins les plus remarquables des Alpes occidentales. Nous pouvons embrasser d'un coup d'œil le contact brutal de deux directions de plissements : la direction E.-W., qui est celle de la plupart des plis du Diois, et la direction N.-S. ou N.N.E.-S.S.W., qui est ici celle des plis de la Haute-Provence.

Les plis, E.-W., que le Bès traverse dans des cluses étroites (*clues*, dans le pays), sont les suivants, du S. au N. : 1° le synclinal de Tanaron, 2° l'anticlinal du Péouvré, 3° le synclinal des clues de Barles, continuation orientale de la cuvette synclinale de Feissal.

Ces trois plis s'arrêtent brusquement vers l'est, en avant du pli-faille du Blayeul, dirigé N.-S., et se noient dans une bande de Mollasse rouge oligocène, chevauchée sur son bord est par une bande de Trias supérieur.

Le but principal de notre excursion est l'étude du synclinal de Tanaron (fig. 6).

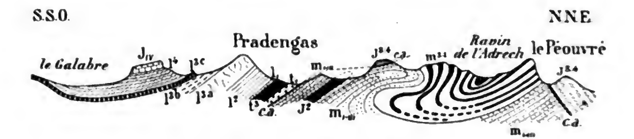


Fig. 6. — Coupe passant à l'ouest de Tanaron, au 1/80000.

t_I, Trias moyen ; t^3, Trias supérieur ; l_I, Rhétien ; l^2, Lias inferieur ; l^{3a}, calcaires siliceux du Lias moyen ; l^{3b}, marnes à *Amaltheus margaritatus* ; l^{3c}, calcaire spathique à *Amaltheus spinatus* ; l^4, Lias supérieur ; J_{IV}, Bajocien ; J^2, marnes oxfordiennes ; J^{3-4}, calcaires jurassiques supérieurs ; m_{I-III}, Mollasse rouge oligocène ; m^{3-4}, Mollasse miocène ; c.a., contact anormal.

Dès 1840 on voit figurer sur la carte géologique de Scipion Gras une bande de terrain miocène, dirigée de l'ouest à l'est, qui se détache du bassin tertiaire de Digne et de Forcalquier et pénètre profondément dans la région des terrains secondaires. C'est le synclinal de Tanaron. Dès cette même époque, Tanaron devient, quoique rarement visité et mal connu, une localité presque classique pour les dépôts miocènes de la région rhodanienne.

Les couches helvétiennes et tortoniennes constituent l'axe

du synclinal de Tanaron, elles s'étendent depuis Esclangon, à l'est, jusqu'à Lambert, à l'ouest, et ne dépassent pas, dans cette dernière direction, le torrent du Galabre. Un second synclinal de Mollasse, orienté à peu près de même et s'étendant d'Ainac à Mélan, par Auribeau, peut être envisagé comme le prolongement dévié de celui de Tanaron. Le substratum de la Mollasse marine est constitué, dans l'un et dans l'autre cas, par la Mollasse rouge oligocène. Les deux Mollasses sont parfaitement concordantes et tout porte à croire que l'extension primitive des dépôts miocènes a été, sur le bord alpin, au moins aussi grande que celle des dépôts oligocènes. C'est grâce à des conditions tectoniques toutes particulières que le lambeau de Mollasse marine de Tanaron a échappé à l'ablation générale. Le synclinal dont il occupe l'axe a été soumis à une énergique compression latérale sous l'influence de poussées venant à la fois du nord et du sud et se traduisant par des chevauchements intenses suivant les deux directions opposées.

Il en est résulté non seulement un renversement des deux bords de la bande de Mollasse marine l'un vers l'autre et un renversement des couches oligocènes sur les couches miocènes, mais encore un envahissement des bords du synclinal par deux « écailles » de calcaires du Jurassique supérieur, poussées du nord et du sud vers la ligne axiale. L' « écaille » jurassique méridionale, pincée entre la Mollasse rouge, au nord, et le Trias du bord de la cuvette synclinale de la Robine, au sud, est à l'état de lambeaux discontinus, dont quelques-uns reposent sans racines sur l'Oligocène. La Mollasse marine de Tanaron se trouvait donc protégée contre l'érosion par un chevauchement bilatéral. Mais il y a plus, la poussée E.-W. qui donna naissance au pli-faille du Blayeul détermina un retroussement des grès rouges oligocènes d'Esclangon par-dessus la terminaison orientale de la Mollasse marine et un chevauchement des deux formations par l' « écaille » triasique et liasique, qui devait amener leur recouvrement au moins jusqu'à la coupure du Bès. On conçoit qu'ainsi recouvert de trois côtés par des « écailles » convergentes, le synclinal de Tanaron ait pu être conservé presque intact jusqu'à nos jours.

Au moment d'arriver à Tanaron nous embrassons d'un

coup d'œil la terminaison orientale du synclinal. Le grand rocher calcaire qui domine le village fait partie de la lame discontinue de Jurassique supérieur pincée ici entre le Trias et la Mollasse rouge. Un peu plus au nord nous rencontrons un petit lambeau de Néocomien, découvert par M. Zürcher, reposant entièrement sur les couches à peu près verticales de l'Oligocène. L'âge exact des grès rouges ou lie de vin, des marnes et des conglomérats constituant le soubassement de la Mollasse marine ne peut être déterminé avec précision, vu l'absence de fossiles reconnaissables, mais il est probable que ces couches correspondent à l'Oligocène tout entier. Les conglomérats qui leur font suite semblent constituer le Miocène inférieur, ils supportent le Miocène moyen fossilifère. Le chemin que nous suivons nous montre la succession renversée et nous conduit à un gisement extrêmement riche, où nous pourrons faire d'abondantes récoltes. Les espèces les plus communes sont les suivantes : *Ostrea Boblayei* Desh., *Pecten subbenedictus* Font., *Glycimeris Menardi* Desh., *Venus* sp. Les Echinides sont rares.

Un peu plus bas, c'est-à-dire à un niveau plus élevé, j'ai trouvé un banc renfermant *Pecten sub-Holgeri* Font. Il ne peut y avoir de doute que ces couches représentent, de même que les précédentes, le Burdigalien.

C'est évidemment plus haut dans la série, par conséquent plus bas encore dans la coupe et dans le noyau même du synclinal, qu'ont été recueillis les beaux exemplaires de *Cerithium lignitarum* Eichw., *Cer. bidentatum* Defr., *Cer. papaveraceum* Bast., qui se trouvent dans plusieurs collections. Je n'ai pu retrouver ce niveau, que la plupart des auteurs s'accordent aujourd'hui à attribuer au Tortonien.

Les conglomérats pontiques n'existent pas à Tanaron et ne s'y sont sans doute jamais déposés. Ils ne dépassaient vraisemblablement pas vers l'est la localité d'Auribeau.

Nous nous dirigeons maintenant vers le vallon de l'Adrech, où un spectacle fort imposant nous attend. Un banc de conglomérats de la base du Miocène, redressé verticalement et compris entre des couches meubles, s'est trouvé entièrement *pelé* par les agents atmosphériques, de sorte qu'il forme maintenant une muraille gigantesque (fig. 7).

Le haut et le bas du ravin étant d'un accès difficile, nous

rebroussons chemin jusqu'à Tanaron et nous nous dirigeons vers l'ouest pour gagner, par Pudayeu, le col qui nous sépare de la vallée de Lambert. En route, nous étudions les lambeaux de Jurassique supérieur posés sur les couches oligocènes et nous pouvons voir le substratum de la Mollasse



NEURDEIN PHOT.

Fig. 7. — Conglomérats du Miocène inférieur redressés verticalement, Ravin de l'Adrech, près Tanaron (Basses-Alpes).

rouge, constitué ici par les marnes oxfordiennes, noyau d'un pli anticlinal. Au col, nous constatons mieux qu'ailleurs la structure imbriquée du bord méridional du synclinal de Tanaron : 1° écaille triasique, 2° écaille de Jurassique supérieur, 3° anticlinal de Mollasse rouge avec noyau oxfordien et syn-

clinal dont le flanc normal (calcaire du Jurassique supérieur et marnes oxfordiennes) est refoulé sur la Mollasse marine, avec ou sans interposition de Mollasse rouge.

Nous regagnons les voitures, soit par le ravin des Tuves, soit en descendant sur la Robine et nous rentrons à Digne à la nuit tombante, en nous arrêtant à l'exploitation de gypse triasique de Champorcin, si l'heure n'est pas trop avancée.

Onzième journée. — Lundi 10 septembre

Sisteron à la Motte-du-Caire et Faucon A. H.

(Lias provençal et dauphinois, Bajocien, Bathonien, Callovien, Oxfordien, Jurassique supérieur, Néocomien, Nummulitique, Mollasse rouge oligocène, dôme de Hongrie, bord méridional du Gapençais).

Départ de Digne à 4 h. 35 par la gare du P.-L.-M., arrivée à Sisteron à 6 h. 15 (ou la veille au soir à 10 h. 34).

Aussitôt arrivés à Sisteron nous montons en voiture et nous suivons la route de la Motte-du-Caire. Au sortir de la ville nous embrassons d'un coup d'œil les diverses terrasses fluvio-glaciaires de la Durance (v. exc. nº XIII c.). A partir du pont de Valernes et jusqu'au Bas-Plan nous suivons la rive droite de la Sasse et nous pouvons observer les deux terrasses de cette rivière, qui se raccordent en aval avec les deux grandes terrasses pléistocènes de la Durance. Après avoir cheminé depuis le rocher de la Baume dans les marnes oxfordiennes et calloviennes, nous abordons, à 2 km. en amont du pont de Valernes, l'anticlinal droit du rocher de Hongrie, voûte imposante, traversée en cluse par la Sasse. Au centre affleure le Trias, et les deux flancs sont constitués par les divers termes du Lias, par le Bajocien et par le Bathonien. Ces deux derniers étages ont les mêmes caractères qu'à Digne, mais sont très pauvres en fossiles. Le Lias supérieur est presque réduit à zéro, le Lias moyen est en tous points comparable à celui que nous avons appris à connaître les jours précédents, nous retrouvons exactement les mêmes subdivisions lithologiques. Il en est de même du Lias inférieur et du Rhétien.





Les allures de l'anticlinal dans le sens longitudinal méritent aussi d'être signalées. Le rocher de Hongrie est très brusquement coupé vers le N.W., par suite du plongement périclinal du Lias; les deux flancs bajociens et bathoniens se rejoignent et l'affleurement du Bathonien présente également une terminaison périclinale à Vaumeilh. Mais l'accident tectonique paraît se prolonger vers le N.W. jusqu'à la Durance par des pointements de gypse, qui percent les marnes oxfordiennes à Upaix, Lazer, Eyguians, Montrond.

Sur la rive gauche de la Sasse l'anticlinal prend une direction W.-E., puis S.W.-N.E., mais en même temps son flanc septentrional a disparu et le Lias bute par faille contre le Callovien. Aux Moulières une petite faille transversale coupe brusquement la terminaison du pli, mais il est probable que l'accident N.-S. d'Entraix et les plis triasiques du Bas-Plan, que nous étudierons le lendemain, en sont des réapparitions, dues à des ondulations de son axe dans le sens vertical.

A Nibles nous rentrons dans les marnes calloviennes, mais bientôt nous traversons un nouvel anticlinal, faisant affleurer seulement le Bajocien et le Bathonien, dont la terminaison périclinale se trouve sur la rive gauche de la Sasse.

Au Bas-Plan nous quittons la vallée principale et nous nous engageons dans le Grand Vallon. Nous rentrons dans les marnes calloviennes fortement ravinées et reboisées ici par l'Administration des Forêts. Vers la Motte nous apercevons sur la gauche un nouveau brachyanticlinal bathonien.

Après avoir déjeuné à la Motte-du-Caire, à l'hôtel Masse, nous remontons en voiture et nous continuons à suivre le Grand Vallon par la route de Turriers. A un kilomètre en aval du Caire nous pénétrons dans un remarquable synclinal, dont ce village occupe l'axe, qui précisément ici passe de la direction W.-E. à la direction N.-S. Les couches néocomiennes ne forment plus que trois témoins dans l'intérieur de la cuvette ; l'un occupe le sommet du Chaillans et tout son versant nord, les deux autres se trouvent au Caire même et au Grand Abian. Les deux bords du synclinal sont constitués par les couches redressées du Jurassique supérieur, que le Grand Riou traverse en cluses. Sur une longueur de plu-

sieurs kilomètres, le bord nord est chevauché par le bord sud du Gapençais, constituant une ligne de contact anormal, que l'on suit, depuis Vitrolles, sur la rive droite de la Durance, par le Rousset, sur la rive gauche, et par le versant sud de de Malaup, jusqu'au Grand Vallon. Dirigée d'abord N.W.-

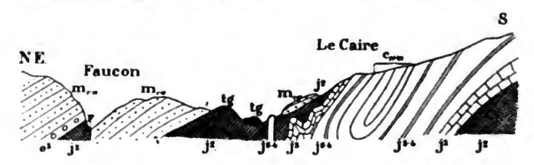


Fig. 8. — Coupe suivant la rive gauche du Grand Vallon, au 1/80000.

tg, gypses du Trias ; J^2, marnes oxfordiennes ; J^3, Rauracien ; J^{8-4}, calcaires du Jurassique supérieur ; c_{IV-VI}, Néocomien ; e^3, Nummulitique ; m_{I-III}, Mollasse rouge oligocène ; F, faille.

S.E., cette ligne de discontinuité prend momentanément une direction W.-E., puis s'infléchit vers le N.E., en courant parallèlement à la route de Turriers jusqu'à Gigors et Bellaffaire. Sur toute cette longueur la ligne de contact anormal coupe obliquement plusieurs anticlinaux déversés vers la périphérie du Gapençais, dont la charnière est visible en quelques endroits.

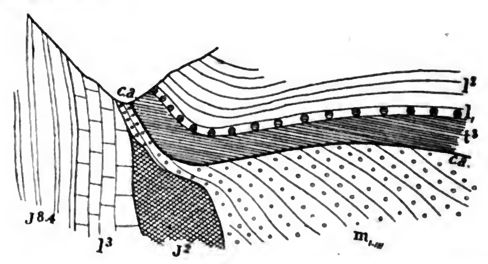


Fig. 9. — Rive droite du Grand Vallon, en amont du Caire.

t^3, Trias supérieur ; l_1, Rhétien ; l^2, Lias inférieur ; J^2, marnes oxfordiennes ; J^3, Rauracien ; J^{8-4}, calcaires du Jurassique supérieur ; m_{I-III}, Mollasse rouge oligocène ; c.a., ligne de contact anormal.

Aussitôt que l'on a traversé la deuxième des cluses formées par les calcaires du Jurassique supérieur, on se trouve en

présence d'une vue des plus intéressantes. Sur la rive droite on voit les gypses triasiques, formant la base de l' « écaille » du Gapençais, reposer successivement sur les calcaires jurassiques supérieurs, sur les marnes oxfordiennes et sur la Mollasse rouge oligocène. Sur la rive gauche (fig. 8), on aperçoit des lambeaux isolés de gypses triasiques, posés sur l'Oxfordien et séparés de la masse principale par le creusement de la vallée. On voit nettement la discordance de l'Oligocène sur l'Oxfordien et sur les termes plus élevés du Jurassique supérieur — vers Malaup c'est sur les couches de Berrias que repose cette même Mollasse rouge.

Jusqu'à Gigors l' « écaille » du Gapençais forme le versant nord-ouest de la dépression suivie par la route (fig. 9); la Mollasse rouge et les conglomérats qui lui sont associés forment le versant sud-est; depuis le ravin de Combefère jusqu'au col, toutefois, ils s'étendent sur le versant opposé et forment un synclinal dont l'axe est occupé par le lit du ruisseau (fig. 10).

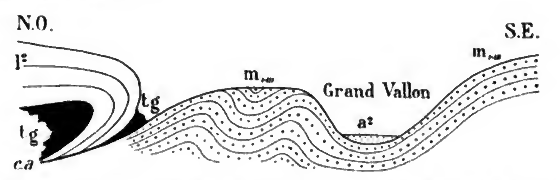


Fig. 10. — Coupe transversale du Grand Vallon, entre Faucon et Gigors.

tg. gypses triasiques; l², Lias inférieur; m_{I-III}, Mollasse rouge oligocène; a², alluvions modernes; c.a., contact anormal.

L'escarpement de la rive droite nous montre des faits stratigraphiques et tectoniques remarquables.

Le Lias, qui, non loin de là, à Clamensanne et au Rouinon, possède encore le faciès rhodanien, commence à prendre dans l' « écaille » du Gapençais le faciès dauphinois. La distinction du Lias inférieur et du Lias moyen devient impossible, le tout se confond en un ensemble de calcaires noirs, compacts, alternant avec des bancs de schistes. Les fossiles sont peu nombreux, ce sont de rares Ammonites et des Bélemnites. A ce « Lias calcaire », fait suite la puissante masse du « Lias schisteux », correspondant peut-être à la partie

supérieure du Lias moyen et au Lias supérieur, qui plus au sud est réduit à une épaisseur insignifiante.

Un anticlinal de Lias calcaire, à flanc inverse plus ou moins étiré, fait apparaître au nord de Faucon (fig. 10), en deux points, le noyau triasique, constitué par des gypses, que j'avais considérés autrefois comme des gypses régénérés dans des fissures des calcaires. Plus loin, le Lias schisteux est très nettement poussé sur la Mollasse rouge et le Lias calcaire est resté en profondeur. A Gigors l'anticlinal de Lias calcaire reparaît, sa charnière et le noyau, constitué par les couches jaunes et vertes du Rhétien, sont facilement visibles dans l'escarpement méridional de la Tête du Pape.

La rive gauche présente aussi quelques faits intéressants. A Faucon, une faille de tassement, orientée N.W.-S.E., fait apparaître tout le long du torrent de Bouchouse le substratum de la Mollasse rouge, constitué ici par des calcaires marneux nummulitiques, dans lesquels j'ai recueilli *Ostrea gigantica* Brand., et qui reposent sur les marnes oxfordiennes fossilifères. Vers Gigors reparaît la même succession.

Nous nous arrêtons au col et nous rebroussons chemin par la même route jusqu'à Sisteron, non sans avoir préalablement cherché à nous rendre compte de l'histoire pléistocène du Grand Vallon, traversé actuellement par un ruisseau décapité au profit d'un affluent de la Durance coulant en sens inverse. Lors de la dernière glaciation, le Grand Vallon servait manifestement de déversoir au glacier de Turriers, branche latérale du grand glacier de l'Ubaye.

Douzième journée. — Mardi 11 septembre

Sisteron à Clamensanne et Bayons A. R.

(Lias provençal, Jurassique moyen et supérieur, Néocomien inférieur, Mollasse rouge oligocène, pli en éventail du Rouinon, « écailles » d'Entraix).

Départ de Sisteron à 6 heures, en voiture, par la route de la Motte, que nous quittons au Bas-Plan pour suivre la route de Bayons, sur la rive droite de la Sasse. Nous passons en vue de l'anticlinal liasique de Clamensanne, que nous

visiterons au retour. Un peu au-delà de Clamensanne, nous rentrons dans les marnes oxfordiennes et bientôt nous traversons l'extrémité nord-ouest de la grande *cuvette synclinale d'Esparron.* Nous coupons successivement les divers termes du Jurassique supérieur, les couches de Berrias et les marnes valanginiennes, puis les mêmes terrains dans l'ordre inverse. Les calcaires du Jurassique supérieur, en couches presque verticales, forment des cluses pittoresques. A Bedouin nous quittons les voitures et nous remontons le torrent de Rouinon.

Le hameau de Bedouin est situé sur du Bajocien fossilifère, plongeant fortement vers le S.E. Plus au nord affleurent successivement : le Lias supérieur, le Lias moyen, le Lias inférieur, le Rhétien, le Trias supérieur (fig. 11). Toutes ces couches, formant des bandes de plus en plus courtes,

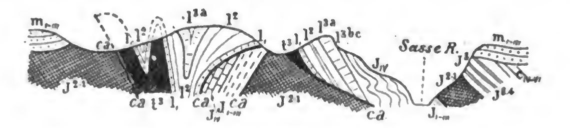


Fig. 11. — Coupe suivant la crête qui sépare les Htes Graves du vallon de Rouinon, au 1/80000.

t^3, Trias supérieur ; l_1, Rhétien ; l^2. Lias inférieur ; l^{3a}, calcaires siliceux du Lias moyen ; l^{3bc}, partie supérieure du Lias moyen ; J_{IV}, Bajocien ; J_{I-III}. Bathonien ; J^{2-1}, marnes calloviennes et oxfordiennes ; J^3. Rauracien ; J^{3-4}, calcaires du Jurassique supérieur ; c_{IV-VI}, Néocomien ; m_{I-III}, Mollasse rouge oligocène ; c.a.. contact anormal.

sont coupées en sifflet par un plan de chevauchement incliné vers le sud, qui les sépare des marnes calloviennes, en passant aux deux cols des Graves. Faisant face à cet accident on remarque, sur la même rive du torrent, une surface de contact anormal, inclinée en sens inverse de la précédente, qui fait chevaucher le Rhétien et le Lias inférieur sur le Bajocien et le Bathonien redressés verticalement et concordants avec les marnes calloviennes.

Sur la rive gauche du Rouinon nous voyons un fait bien plus remarquable encore. A flanc de côteau, suivant un plan de superposition à peu près horizontal, une série comprenant le Trias, le Rhétien et le Lias inférieur, repose en discor-

dance mécanique sur les mêmes couches redressées du Callovien, du Bathonien et du Bajocien. En remontant le torrent, après avoir traversé ces terrains, nous arrivons à du Lias vertical, par lequel le Lias que nous avons vu en chevauchement sur la rive droite se raccorde manifestement avec celui de la rive gauche. Jusqu'au hameau du Rouinon tout est vertical, mais à une certaine hauteur au-dessus du lit du torrent nous voyons les couches se déverser, les plus méridionales, vers le sud, celles qui suivent, vers le nord. Elles se couchent en sens inverse sur des dépôts plus récents et *forment ainsi un éventail très resserré à la base* (500^{m}), largement développé dans le haut (6 kil.).

Au Rouinon plusieurs témoins de Trias, reposant sans racines sur les marnes callovo-oxfordiennes, indiquent l'étendue du recouvrement vers le nord.

Nous voyons d'autre part des lambeaux de Mollasse rouge oligocène surmontant en discordance ces mêmes marnes.

Un col nous conduit du Rouinon à Astoin par Gautière et l'Ourigon. Nous cheminons sur une bande de Trias, limitée au sud par du Rhétien et du Sinémurien fossilifères, au nord, par un synclinal couché, comprenant les mêmes terrains et ouvert vers le sud.

En descendant d'Astoin à Bayons, nous traversons la succession complète des terrains depuis le Trias jusqu'au Callovien. Les divers termes du Lias présentent à peu près les mêmes caractères que dans le rocher de Hongrie, le Bajocien est fossilifère. Toutes ces couches sont fortement inclinées vers le sud et supportent, en discordance mécanique, comme dans le ravin de Rouinon, le Trias horizontal, représenté par des gypses. Le recouvrement s'étend jusqu'à Bayons et nous pourrons suivre son front sud jusqu'au Forest de la Cour.

Vers l'est nous observons également un recouvrement, mais c'est le Rhétien, *supportant normalement le Lias à faciès dauphinois*, qui repose en discordance mécanique *sur le Lias à faciès rhodanien* et sur le Bajocien. Ce recouvrement se continue vers le sud jusqu'aux environs de Barles, il marque le bord occidental des plis de la Haute-Provence. C'est la même imbrication que celle que nous avons vue vis-à-vis de Tanaron.

Après avoir déjeuné à Bayons, nous remontons en voiture et nous redescendons la Sasse jusqu'à Clamensanne. Ici nous nous trouvons sur le flanc sud-est d'une *voûte anticlinale* (fig. 12) et nous traversons successivement le Bathonien, le Bajocien, le Lias moyen. Le noyau de l'anticlinal est constitué par du Lias inférieur, renfermant en abondance tous les fossiles caractéristiques des calcaires à Gryphées de l'Europe centrale.

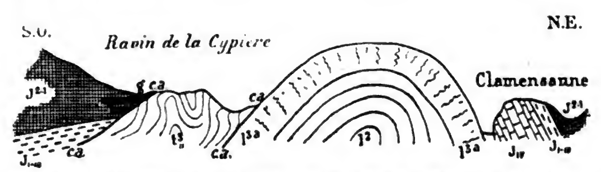


Fig. 12. — Coupe sur la rive droite de la Sasse, en aval de Clamensanne.

t^3_{II}, Trias moyen et supérieur ; l^2, Lias inférieur ; l^{3a}, calcaires siliceux du Lias moyen ; J_{IV}, Bajocien ; J_{I-III}, Bathonien : J^{2-1}, marnes calloviennes et oxfordiennes ; g, gypses régénérés ; c.a., contact anormal.

L'anticlinal de Clamensanne n'est autre chose que la continuation de l'éventail du Rouinon. Le déversement bilatéral s'est graduellement atténué et a fait place à une disposition en dôme. Sur la rive gauche de la Sasse on ne voit plus aucune trace du pli. Dans le flanc ouest la série s'arrête au Lias moyen et nous observons, dans le ravin de la Gypière (fig. 12), entre les couches inclinées vers l'ouest et les couches bathoniennes et calloviennes du Bas-Plan, inclinées dans le même sens, une intercalation de couches triasiques (Muschelkalk, gypse et cargneules) fortement plissées. Les gypses ne se rencontrent pas seulement dans le Trias ; nous aurons l'occasion d'observer à la Gypière, dans le voisinage immédiat de ce terrain, des intercalations répétées de couches gypseuses, au milieu des marnes bathoniennes. Ce sont vraisemblablement des infiltrations postérieures au dépôt.

Nous quittons de nouveau les voitures et nous traversons la Sasse. Nous nous dirigeons vers le vallon d'Entraix, qui entame la terminaison périclinale de l'anticlinal bajocien et bathonien traversé la veille et dans la matinée. A l'entrée du vallon nous étudions deux lambeaux de recouvrement, constitués par des grès du Trias inférieur reposant en discor-

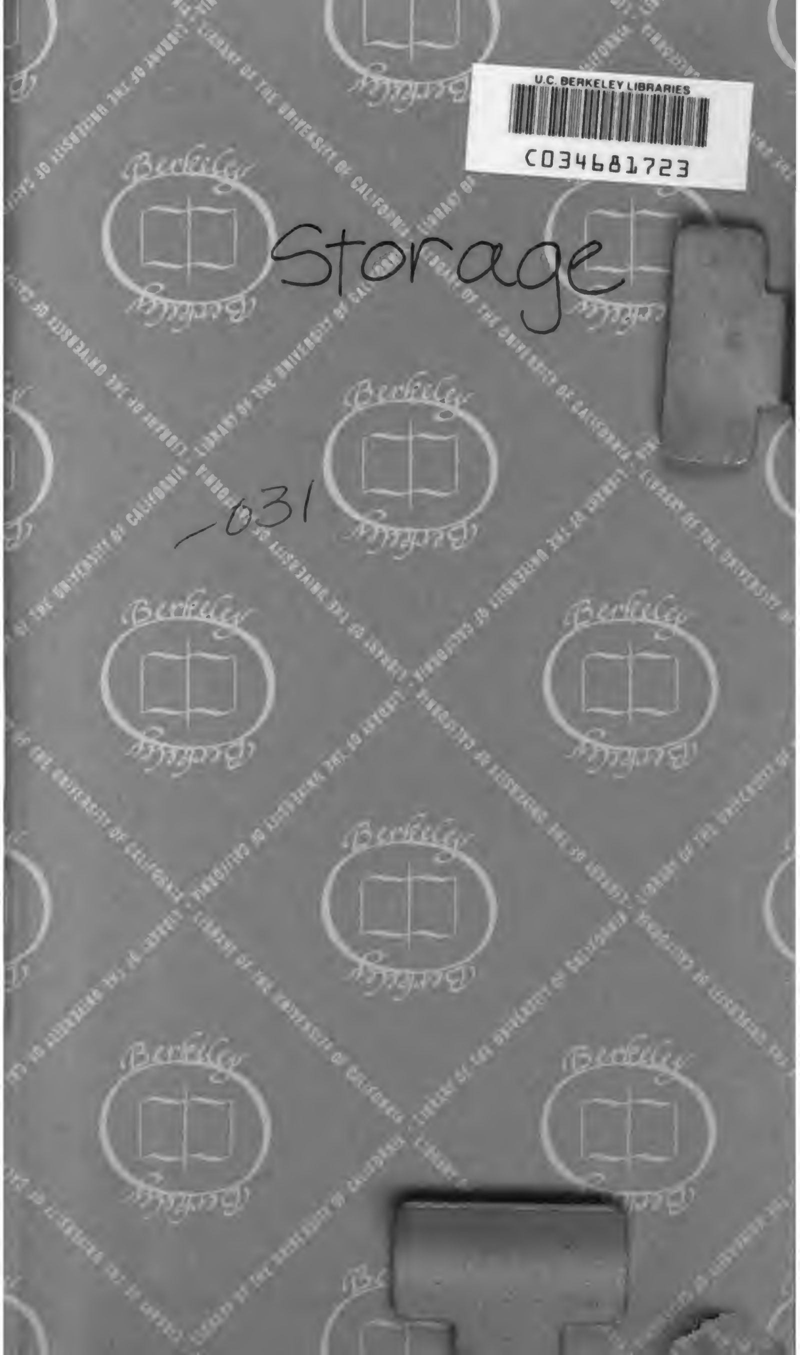
dance mécanique sur les couches fortement redressées du Bajocien. La racine de ces lambeaux doit être cherchée à l'est dans une imbrication comprenant du Trias et du Lias inférieur, intercalée entre les marnes bathoniennes et calloviennes, d'une part, et « l'écaille » du Trénom, de l'autre. C'est aussi à cette même lame qu'il faut attribuer les gypses et les grès des Moulières, que nous avions déjà vus de loin. Elle peut être envisagée, ainsi que je l'ai dit plus haut, comme une réapparition momentanée de l'anticlinal du rocher de Hongrie, trait d'union entre celui-ci et l'anticlinal de Clamensanne.

Nous regagnons les voitures à Nibles et elles nous conduisent directement à Sisteron, d'où il sera possible de rejoindre à Veynes, soit le soir même, soit le lendemain matin, l'excursion XIII c.

ITINÉRAIRE

Jeudi	30	août.	— Rendez-vous à 2 heures à la Faculté des Sciences, *Lyon*.
Vendredi	31	»	— Meximieux, Mollon, *Lyon*.
Samedi	1er	septembre.	— Bourgoin, La Grive-Saint-Alban, Heyrieu, Saint-Fons, *Lyon*.
Dimanche	2	»	— Vallée du Rhône, Saint-Paul-Trois-Châteaux, *Bollène*.
Lundi	3	»	— Bollène, Saint-Ferréol, Saint-Restitut, *Bollène*.
Mardi	4	»	— Théziers, Vacquières, *Avignon*.
Mercredi	5	»	— Bassin d'Apt, Sainte-Radegonde, *Apt*.
Jeudi	6	»	— Cucuron, Cabrières-d'Aigues, Pertuis.
Vendredi	7	»	— *Digne*.
Samedi	8	»	— Chabrières, Norante, *Digne*.
Dimanche	9	»	— Tanaron, *Digne*.
Lundi	10	»	— Sisteron, La-Motte-du-Caire, Faucon, *Sisteron*.
Mardi	11	»	— Sisteron, Clamensanne, Bayons, *Sisteron*.

c.K


U.C. BERKELEY LIBRARIES
C034681723
Storage
031

